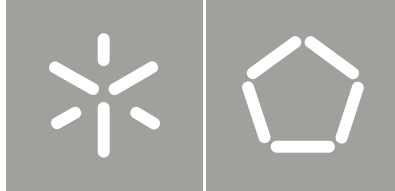


Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Luciana Aparecida Netto de Jesus

Metodologia de Aplicação de  
Conceitos de Sustentabilidade a Edifícios





Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Luciana Aparecida Netto de Jesus

## Metodologia de Aplicação de Conceitos de Sustentabilidade a Edifícios

Tese de Doutoramento  
Engenharia Civil

Trabalho efectuado sob a orientação da  
Professora Doutora Maria Manuela O. Guedes de  
Almeida  
Universidade do Minho

Co-Orientador:  
Professor Doutor Jaume Avellaneda  
Universidade Politécnica da Catalunha

Coordenador Empresarial (BDE)  
António Carlos de Almeida  
Chamartin Imobiliária

## AGRADECIMENTOS

Em apenas uma página seria difícil exprimir a minha gratidão por todos aqueles com que tive, durante o desenvolvimento desta tese, a oportunidade de aprender, conviver, compartilhar alegrias, percalços e vitórias, e que de algum modo contribuíram para o meu enriquecimento pessoal a diferentes níveis. Assim, apesar de conter-me a um reduzido número de palavras, espero poder abranger a todos com o meu muito obrigada.

Antes de mais, começo por agradecer a Deus pela sua inquestionável presença na minha vida, e que a cada dia renova as minhas forças e convicções.

À Professora Manuela Guedes de Almeida, minha orientadora, pelo seu exemplo humano e profissional, com quem durante estes anos tive a feliz oportunidade de conviver. Agradeço-lhe o seu apoio, incentivo e a sua acção determinante para o enriquecimento científico deste trabalho.

À Fundação para a Ciência e a Tecnologia e à Empresa Chamartín Imobiliária pela oportunidade em conceder-me uma bolsa de investigação que tornou este trabalho possível.

Ao co-orientador Professor Jaume Avellaneda, pelas nossas longas conversas e análises críticas, ajudando-me na definição da metodologia deste trabalho.

Ao Coordenador empresarial, António Carlos de Almeida, pelo forte contributo profissional, sua elevada capacidade enquanto gestor e integrador de competências, tornando assim possível o enriquecimento prático deste trabalho.

Ao Professor Albert Cuchí (UPC), à Societat Orgànica e à Natural Works, pelo acolhimento em suas instalações e pelas importantes e enriquecedoras conversas que resultaram em importantes passos durante esta investigação.

Aos colegas da Chamartin Imobiliária, pela amizade e o agradável convívio, em especial agradeço à Elza Gonçalves pela revisão ortográfica e à Joana Rodrigues pelos incansáveis incentivos. Também agradeço a todos os gestores de obra envolvidos, em especial ao Eng. Henrique Costa, pela forma como permitiu a minha integração nas equipas de projecto e no apoio à obtenção de informações do Dolce Vita Braga.

Às empresas parceiras que trabalharam no Dolce Vita Braga e no Dolce Vita Tejo, em especial à VHM, LMSA, PQF, Fluidinova, SuaKay, A Ramalhão, entre outras, pelo contributo, materiais e informações gentilmente cedidos.

Ao Eduardo, meu marido, companheiro, amigo, agradeço-lhe e dedico-lhe todo este trabalho, pois sei que sem o seu apoio e dedicação, este não seria possível. Considero esta etapa vencida como NOSSA.

À Catarina, minha filha que nasceu no final deste trabalho, agradeço a sua presença que veio renovar as minhas forças para novos desafios a conquistar.

À minha família, em especial aos meus pais Arildo e Vania e à minha querida avó Martha, pela confiança, pelo ânimo e pelo exemplo e fonte de inspiração que sempre foram para mim. Cada passo que dou na minha vida, é mais um passo que dedico a vocês.

A todos, o meu muito obrigada.





## RESUMO

O desenvolvimento de mecanismos para a identificação eficaz de oportunidades e de responsabilidades nas diferentes fases de um empreendimento, bem como o reconhecimento dos resultados efectivos (económicos e ambientais) da sustentabilidade, são os principais contributos para a prática e disseminação dos "três vectores" (social, ambiental e económico) essenciais no ambiente construído.

Neste contexto, a presente tese apresenta os resultados do trabalho que teve dois objectivos fundamentais: o primeiro refere-se à criação de uma base de dados de critérios-chave apresentados através de diferentes perspectivas e nas diferentes fases de um empreendimento, de forma a facilitar a aplicabilidade de critérios sustentáveis. O segundo objectivo, e principal, refere-se à análise das implicações económicas e ambientais associadas aos critérios definidos pela Ferramenta Britânica BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), aplicados num centro comercial localizado em Braga em fase de construção de modo a obter resposta a duas questões essenciais: quanto custa e qual a real mais-valia de aplicar princípios de sustentabilidade a um empreendimento.

O mecanismo para a concretização do primeiro objectivo deve-se em grande parte ao levantamento de medidas, definição de "*timings*" de actuação e a clara identificação do papel dos diferentes "*stakeholders*" no ciclo de vida de um edifício. O resultado de parte deste trabalho foi importante para o processo de criação do GPS (Gestão do Projecto Sustentável), ferramenta informática desenvolvida para fomentar a prática de critérios de sustentabilidade em projectos desenvolvidos pela empresa Chamartin Imobiliária (empresa co-financiadora deste trabalho enquanto BDE- Bolsa de Doutoramento em Empresa).

No que se refere ao segundo objectivo, e tendo em conta a obtenção de resultados, uma das etapas deste trabalho consistiu na definição de quatro cenários com diferentes níveis de sustentabilidade (classificação definida pelo BREEAM, nomeadamente PASS, VERY GOOD e EXCELLENT), onde foram evidenciadas as implicações económicas e ambientais de cada nível, bem como a comparação entre cenários.

Além da definição dos diferentes cenários estabelecidos, destaca-se que os critérios BREEAM utilizados foram primeiramente estruturados em quatro diferentes grupos de análise. Esta segmentação teve como objectivo identificar os critérios facilmente adaptáveis e não adaptáveis à realidade portuguesa, assim como identificar aqueles que exigiriam ou não investimento adicional ao serem implementados no projecto.

Um dos elementos-chave neste trabalho foi a análise holística implementada, ao mesmo tempo que se analisou a informação económica quer em termos de investimento inicial quer em termos de custos operacionais durante um período de 20 anos. Dessa forma foi possível demonstrar os indicadores simplificados para a análise de investimentos, como sejam o Valor Actual Líquido (VAL), a Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) e o Pay-back (Retorno de investimento), além dos benefícios ambientais expressos através da redução dos recursos naturais e de emissões de CO<sub>2eq</sub>.



## ABSTRACT

The use and dissemination of the “triple bottom line” (social, environmental and economic) in a built environment prompts the recognition of effective sustainable (economic and environmental) results and also aids in developing mechanisms which can effectively identify opportunities and responsibilities during the different stages of a construction.

Within this context, this thesis presents the results of a study which had two main objectives. The first was to create a database of key criteria obtained from different perspectives during the different phases of construction, so as to facilitate the application of sustainable criteria. The second and main objective was to assess the economic and environmental implications associated to the criteria defined by the British BREEAM standard, applied to a shopping centre still in construction, located in Braga, in order to obtain answers to two key issues: costs and the true added value of applying sustainable principals to a construction.

The mechanisms used to achieve the first objective were obtained from existing measures, from the definition of “timings” and the clear identification of each different stakeholder’s role in the life cycle of the building. The results from part of this study were essential in creating a GPS (sustainable project management program), an IT tool developed to foster the use of sustainability criteria in projects developed by the real estate company Chamartin Imobiliária (company co-financing this study as an Industrial PhD scholarship).

In relation to the second objective and based on obtained results, one of the stages involved in this study was to define four scenarios with different levels of sustainability (classification defined by BREEAM, namely PASS, VERY GOOD and EXCELLENT) and the economic and environmental implications for each level as well as a comparison across the scenarios.

In addition to the definition of the different established scenarios, the BREEAM ratings that were used were first structured in four different groups of analysis. The objective of this division was to identify criteria that could be easily adaptable and non-adaptable to the Portuguese reality, as well as identify those that require or not additional investments when implemented.

One of the key-elements in this study was the use of a holistic analysis while at the same time analysing the economic information in relation to the initial investment and operational costs during a twenty-year period. It was thus possible to demonstrate simplified indicators to analyse investments, such as the Net Present Value (NPV), the Internal Rate of Return (IRR) and Pay-back period (return on investment), in addition to the environmental benefits resulting from the reduction of natural resources and CO<sub>2eq</sub> emissions.



# **METODOLOGIA DE APLICAÇÃO DE CONCEITOS DE SUSTENTABILIDADE A EDIFÍCIOS**

## **PALAVRAS-CHAVES**

CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL  
ANÁLISE CUSTO-BENEFÍCIO  
FERRAMENTAS DE SUSTENTABILIDADE  
EDIFÍCIO COMERCIAL

## **KEY WORDS**

SUSTAINABLE CONSTRUCTION  
COST-BENEFIT ANALYSIS  
SUSTAINABLE TOOLS  
COMMERCIAL BUILDING



## ÍNDICE GERAL

<b>CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
1.1 Fundamentação.....	1
1.2 Objectivos.....	4
1.3 Metodologia aplicada.....	5
1.4 Resultados esperados .....	6
1.5 Conteúdo da tese (por capítulo) .....	7
 <b>CAPÍTULO 2 - ENQUADRAMENTO .....</b>	 <b>11</b>
2.1 Aspectos históricos e o surgimento da alerta .....	11
2.1.1 Alterações Climáticas .....	12
2.1.2 Contexto socioeconómico .....	15
2.2 Impacte ambiental dos edifícios .....	17
2.2.1 Uso do solo e redução da biodiversidade local.....	18
2.2.2 Consumos de energia e respectivas emissões. ....	22
2.2.3 Consumo de água .....	25
2.2.4 Consumo dos materiais .....	27
2.2.5 Produção de resíduos.....	29
2.2.6 Qualidade do ar .....	32
2.3 O efeito da mudança – Contextualizando a Construção Sustentável .....	33
2.3.1 Propostas e acções a nível Global .....	34
2.3.2 Propostas europeias para uma Construção mais sustentável .....	37
2.3.3 Legislação Nacional .....	39
2.3.4 Princípios da sustentabilidade aplicados na construção.....	45
 <b>CAPÍTULO 3 – MÉTODOS E FERRAMENTAS - COMO RECONHECER UM EDIFÍCIO SUSTENTÁVEL? .....</b>	 <b>53</b>
3.1 Ferramentas de Sustentabilidade .....	53
3.1.1 BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method) .	55
3.1.2 Metodologia SBTool (Sustainable Building Tool) .....	60
3.1.3 LEED (Green Building Rating System) (versão V3) .....	64
3.1.4 CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)	68



3.1.5	LiderA (Liderar pelo ambiente para a construção sustentável) .....	74
3.1.6	SBTool <sup>PT</sup> (Sustainable Building Tool Portugal).....	80
3.1.7	Aplicações futuras – Ferramentas para o Mercado globalizado.....	84
3.2	Ferramentas de análise do comportamento do edifício - Ferramentas Auxiliares.....	87
3.2.1	Contextualização .....	87
3.2.2	Análise do Comportamento térmico.....	88
3.2.3	Ferramentas para adequado aproveitamento das condições endógenas (energias renováveis) .....	93
3.2.4	Análise do ciclo de vida dos materiais.....	94
<b>CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO .....</b>		<b>99</b>
4.1	Introdução .....	99
4.2	Metodologia aplicada ao primeiro objectivo deste trabalho.....	100
4.3	Metodologia aplicada ao segundo objectivo deste trabalho.....	101
4.3.1	Escolha da tipologia de edifício a ser analisada. ....	102
4.3.2	Análise do método de avaliação escolhido. ....	106
4.3.3	Escolha dos critérios chave a serem analisados.....	111
4.3.4	Definição dos indicadores económicos e ambientais .....	112
<b>CAPÍTULO 5 – DESENVOLVIMENTO DA GESTÃO DO PROJECTO SUSTENTÁVEL (GPS)....</b>		<b>117</b>
5.1	Introdução .....	117
5.2	“Guião para a Construção Sustentável” - Guia Geral (Base preliminar do GPS).....	118
5.2.1	Definição das categorias contempladas no Guião. ....	119
5.2.2	Resultados obtidos com o GPS.....	125
<b>CAPÍTULO 6 - DESCRIÇÃO DOS EDIFÍCIOS DE REFERÊNCIA E CASO DE ESTUDO.....</b>		<b>131</b>
6.1	Introdução .....	131
6.2	Descrição dos edifícios de referência.....	132
6.2.1	Informações gerais dos edifícios de referência.....	133
6.2.2	Características Construtivas .....	138
6.2.3	Características das instalações.....	139
6.3	Análise do desempenho dos edifícios .....	140
6.4	Análise dos resultados finais (por categoria) obtidos. ....	143
6.4.1	Gestão de energia .....	143

6.4.2	Gestão da água.....	145
6.4.3	Gestão dos resíduos .....	146
6.5	Identificação dos casos de estudo .....	147
6.6	Descrição dos casos de estudo escolhidos.....	149
6.6.1	Informações gerais dos casos de estudo.....	149
6.6.2	Características construtivas.....	153
6.6.3	Características das instalações.....	155
6.6.4	Medidas ambientais previstas em projecto.....	155
<b>CAPÍTULO 7- QUANTIFICAÇÃO DOS PRESSUPOSTOS .....</b>		<b>161</b>
7.1	Levantamento da actual classificação dos casos de referência e do caso de estudo. ...	161
7.2	Análise e selecção dos critérios de sustentabilidade a serem introduzidos.....	164
<b>CAPÍTULO 8 – ADAPTAÇÃO DOS CRITÉRIOS À REALIDADE PORTUGUESA .....</b>		<b>171</b>
8.1	Introdução.....	171
8.2	Enfoque nos critérios que já estão abrangidos pela legislação local (Grupo A). .....	172
8.3	Enfoque nos critérios inadaptados à realidade Portuguesa (Grupo B).....	176
<b>CAPÍTULO 9 – CRITÉRIOS SEM A ANÁLISE DO RETORNO DO INVESTIMENTO .....</b>		<b>203</b>
9.1	Introdução.....	203
9.2	Critérios relacionados com a saúde e o bem-estar (acções que cumprem os critérios estabelecidos) .....	206
9.2.1	Iluminação natural nos escritórios (Hea14) .....	206
9.3	Critérios relacionado com os meios de transporte (acções que cumprem os critérios estabelecidos) .....	210
9.3.1	Instalações para ciclistas (Tra 3).....	210
9.3.2	Segurança para pedestres e ciclistas (Tra 4).....	212
9.3.3	Posto de informação sobre horários de transportes públicos (Tra 7) .....	214
9.4	Critérios relacionada com a gestão da água (acções que cumprem os critérios estabelecidos). .....	214
9.4.1	Sistema de detecção de fuga de água (Wat 3).....	214
9.5	Critérios relacionados com a escolha dos materiais (acções que cumprem os critérios estabelecidos). .....	217
9.5.1	Isolamento (Mat 6).....	217

9.6	Critérios relacionados com a gestão dos resíduos (acções que cumprem os critérios estabelecidos) .....	222
9.6.1	Compostagem (Wst5).....	222
<b>CAPÍTULO 10 – CRITÉRIOS RELACIONADOS COM A ANÁLISE DO RETORNO DO INVESTIMENTO .....</b>		<b>231</b>
10.1	Introdução .....	231
10.2	Oportunidade de melhoria para a adequada gestão da água (acções que cumprem os critérios estabelecidos) .....	232
10.2.1	Pressupostos utilizados .....	232
10.2.2	Consumo eficiente da água (Wat 1) .....	239
10.2.3	Sanitários com sistemas de corte (Shut-off) (Wat4) .....	247
10.2.4	Reaproveitamento e reciclagem da água (Wat 5).....	253
10.3	Oportunidade de melhoria para a adequada gestão da energia (acções que cumprem os critérios estabelecidos) .....	262
10.3.1	Pressupostos Utilizados.....	262
10.3.2	Redução das emissões de CO <sub>2eq</sub> (Ene1).....	264
10.3.3	Tecnologia com reduzidas emissões de carbono (Cogeração) (Ene5) .....	266
10.3.4	Tecnologia com reduzidas emissões de carbono (Fotovoltaicos) (Ene5) .....	274
10.3.5	Instalações Frigoríficas (Ene 7).....	286
10.3.6	Elevadores (Ene8).....	292
<b>CAPÍTULO 11 – RESULTADOS OBTIDOS .....</b>		<b>301</b>
11.1	Introdução .....	301
11.2	Comparação entre cenários estabelecidos. ....	303
<b>CAPÍTULO 12 - CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>		<b>313</b>
12.1	Conclusão .....	313
12.2	Perspectiva Futura .....	317
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>319</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1- Evidências e paralelismo entre aumento da população (Fonte: United Nation, 2003) e emissões (CO <sub>2</sub> ) (Fonte: NOAA, 2005). .....	12
Figura 2.2 – Exemplo de degelo acelerado, verificado no Ártico em 2007 comparado com 2003 (Fonte: UNEP, 2007). .....	13
Figura 2.3 – Gases de Efeito de estufa (Fonte: UNEP & GRID Arendal, 2009). .....	14
Figura 2.4 – Custos económicos causados pela Alteração climática (Fonte: UNEP & GRID Arendal, 2008) .....	15
Figura 2.5- Modelo de sistematização dos principais impactos da construção (Fonte: Pinheiro M., 2006). .....	18
Figura 2.6- “Pegada ecológica” por componente de 1961 a 2005 (Fonte: Wackernagel M. et al, 2008). .....	19
Figura 2.7- Países credores e em débito ecológico (Fonte: WWF, 2003). .....	20
Figura 2.8- Principais produtos produzidos em 2007 (Fonte: INE, 2009). .....	23
Figura 2.9- Consumo de energia num Centro Comercial típico (A.Ramalhão,2007) .....	24
Figura 2.10 - Principais consumidores e encargos totais, relacionado ao consumo da água em Portugal (Fonte: LNEC, 2001) (adaptado).....	25
Figura 2.11 - Perdas de água durante os processos de abastecimento no Grande Porto (Fonte: Futuro sustentável, 2008). .....	26
Figura 2.12 - Consumo de água potável em Lisboa (Fonte: Lisboa e-nova, 2007). .....	26
Figura 2.13 - Análise do consumo doméstico (Fonte: Lisboa e-nova, 2007). .....	27
Figura 2.14 - Análise do consumo de água potável realizado pela Câmara Municipal de Lisboa (Fonte: Lisboa e-nova, 2007). .....	27
Figura 2.15 – Cartoon referente a “mochila ecológica” associada a um anel de ouro (Fonte: www.seppo.net). .....	28
Figura 2.16 – Ciclo-de-vida dos materiais (Fonte: ITEC, 2006) .....	30
Figura 2.17 - Principais trajetórias do Desenvolvimento Sustentável (Fonte:IISD, 2009).....	34
Figura 2.17 (cont.) - Principais trajetórias do Desenvolvimento Sustentável (Fonte:IISD, 2009) .....	35
Figura 2.18 - As três dimensões da sustentabilidade e seus objectivos fundamentais (Fonte: Serageldin e Steer, 1994) (adaptado).....	46
Figura 2.19 – A evolução do conceito de competitividade na construção (Fonte: CIB, 1999).....	47
Figura 2.20 - Benefícios dos edifícios sustentáveis para os diferentes "Stakeholders" (Fonte: Arene, 2004)(adaptado). ..	48
Figura 2.21- Distribuição por percentagem do custo, durante um período de 30 anos da vida do edifício (Megan, D. et. al, 2005). .....	50
Figura 3.1- Critérios mínimos obrigatórios do BREEAM Retail (“Mandatory”) (Fonte: BRE, 2008). .....	57
Figura 3.2 - O peso aplicado as diferentes categorias abrangidas pelo BREEAM_Retail (Fonte: BREEAM, 2008). .....	58
Figura 3.3 - O peso aplicado as diferentes categorias abrangidas pela metodologia SBTool versão 2007 (Fonte: IISBE, 2007). .....	62
Figura 3.4 - Exemplo do Check-list – lista de critérios do LEED para novas construções (Versão 3) (USGBC, 2010). ...	66
Figura 3.5- Processo de verificação do LEED (Saunders T., 2008). .....	67
Figura 3.6- Configuração base o CASBEE (Fonte: IBEC, 2004). .....	68

Figura 3.7- Hipotético limite definido entre o edifício e sua envolvente (Fonte: IBEC, 2004).	69
Figura 3.8 - Peso aplicado às diferentes categorias abrangidas pelo CASBEE (Fonte: IBEC, 2004).	72
Figura 3.9- Resultado definido pelas categorias do CASBEE (apresentados por gráfico) (Fonte: IBEC, 2004)	73
Figura 3.10 - Resultado global do CASBEE (apresentado através da equação BEE) (Fonte: IBEC, 2004).	73
Figura 3.11 - O peso aplicado as diferentes categorias (áreas de actuação) abrangidas pelo sistema LiderA 2.0 (Fonte: LiderA, 2009).	78
Figura 3.12 - Estrutura do sistema SBTool <sup>PT</sup> (Fonte: IISBE <sup>PT</sup> , 2009).	80
Figura 3.13- Classificação aplicada a cada parâmetro, definido pela ferramenta SBTool <sup>PT</sup> (Fonte: IISBE <sup>PT</sup> , 2009).	81
Figura 3.14- Classificação final da ferramenta SBTool <sup>PT</sup> definida por categoria (Fonte: IISBE <sup>PT</sup> , 2009)	81
Figura 3.15 - Classificação final da ferramenta SBTool <sup>PT</sup> definida por dimensão (Fonte: IISBE <sup>PT</sup> , 2009).	81
Figura 3.16- Processo de Avaliação e emissão do certificado (Fonte: IISBE <sup>PT</sup> , 2009).	83
Figura 3.17 - Base para introdução dos dados do projecto (IDF editor - Input Data File) (Fonte: Energyplus, 2008).	90
Figura 4.1- Análise prévia do BREEAM, para identificar o perfil do edifício que será analisado (Fonte: BRE, 2008).	108
Figura 4.2 - Folha de cálculo disponibilizada pela Ferramenta BREEAM (Fonte: BRE, 2008).	110
Figura 5.1- Página principal para visualização da Ferramenta informática GPS.	126
Figura 5.2- Entrada alternativa para o GPS através dos diferentes empreendimentos da empresa.	126
Figura 5.3- Selecção dos critérios de sustentabilidade através das diferentes áreas de negócios.	127
Figura 5.4 - Análise de sustentabilidade através da escolha de filtros por fases do empreendimento.	127
Figura 5.5 - Análise de sustentabilidade através da escolha de filtros por especialidade.	128
Figura 5.6- Resultado obtido no GPS, através de escolhas de filtros.	128
Figura 6.1 – Entrada Principal do DVD	133
Figura 6.2 – Planta do Piso 1 do DVD (Entrada principal)	133
Figura 6.3 – Entrada principal do DVC	134
Figura 6.4 – Planta do Piso 2 do DVC (Entrada principal)	135
Figura 6.5 – Vista do DVP da VCI (Via de cintura interna)	136
Figura 6.6 - Planta do piso 1 do DVP (Entrada principal).	136
Figura 6.7 – Áreas por funcionalidade do DVD.	137
Figura 6.8 – Áreas por funcionalidade do DVC.	137
Figura 6.9 – Áreas por funcionalidade do DVP.	138
Figura 6.10 - Repartição do consumo de energia do DVD (áreas geridas pelo promotor) (Fonte: A. Ramalhão, 2006)	140
Figura 6.11- Repartição do consumo de energia do DVC (áreas geridas pelo promotor) (Fonte: A. Ramalhão, 2007)	140
Figura 6.12- Repartição do consumo de energia do DVP (áreas geridas pelo promotor) (Fonte: A. Ramalhão, 2007).	140
Figura 6.13- Base de dados para a recolha dos consumos mensais e tráfego dos três centros comerciais de referência.	141
Figura 6.14 – Exemplo de uma análise individual (Dolce Vita Douro DVD) onde foram comparados os consumos de energia do ano 2006 e 2007.	143
Figura 6.15 - Gráfico representativo da análise comparativa entre os três edifícios de referência (Fonte: Chamartin Imobiliária, 2007).	144
Figura 6.16- Gráfico representativo da análise comparativa entre os três edifícios de referência (Fonte Chamartin Imobiliária, 2007).	146

Figura 6.17- Gráfico representativo da análise comparativa entre os três edifícios de referência (Fonte: Chamartin Imobiliária, 2007).....	147
Figura 6.18- Imagens do DVT em fase de projecto.....	150
Figura 6.19- Fotos do DVT em fase de obra (Fonte: Chamartin Imobiliária, 2007).....	150
Figura 6.20 – Imagem em 3D do DVB.....	152
Figura 6.21 – Planta de corte longitudinal do DVB.....	152
Figura 6.22 – Áreas por funcionalidade do DVT.....	153
Figura 6.23 – Áreas por funcionalidade do DVB.....	153
Figura 7.1 - Classificação dos edifícios de referência (valor médio) e Caso de estudo (proposta inicial) obtidos através do BREEAM ("Pre-assessment").....	162
Figura 7.2 - Comparação e análise associado aos diferentes cenários.....	163
Figura 7.3 - Classificação do Caso de estudo (proposta inicial) e os cenários de intervenção obtidos através da folha de cálculo do BREEAM ("Pre-assessment").....	169
Figura 8.1- Estudos sobre mobilidade Urbana do Porto e Lisboa realizados respectivamente pelo INE (2000) e pelo GEOTA (2002) (Fonte: BCSD, 2005).....	184
Figura 8.2- Meios de deslocação dos visitantes aos Centros Comerciais “Dolce Vita” (valor médio: DVP, DVD, DVC e DV Ovar) (Fonte: Chamartin Imobiliária, 2008).....	184
Figura 8.3- Percentagem de agregados utilizados no DVB.....	196
Figura 9.1- Sistema SOLATUBE 21 (Ø 53 Cm) (Fonte: Polirígido, 2008).....	207
Figura 9.2 – Planta do escritório do DVBraga e em destaque a sala de reunião e central de segurança, onde foi proposto a instalação do sistema SOLATUBE.....	208
Figura 9.3- Sistemas proposto para o caso de estudo: estacionamento triângulo (Laurus).....	210
Figura 9.4- Sistema alternativo (mais económico) (Marca Doublet).....	210
Figura 9.5 – Fluxos de resíduos previstos para o DVBraga (Fonte: Sopsec, 2008).....	224
Figura 9.6 – Espaços separados e refrigerados, destinados ao armazenamento dos RSUs (Fonte: Sopsec, 2008).....	224
Figura 9.7- Comparação entre produção de resíduos no DVP, durante 3 meses homólogos de 2008 e 2009.....	226
Figura 9.8 – Redução dos custos e das emissões associadas a valorização orgânica do DVP em somente um trimestre.....	227
Figura 9.9 – Redução dos custos e das emissões anuais associadas a valorização orgânica do DVB.....	228
Figura 10.1 - Autoclismo com duplo fluxo.....	241
Figura 10.2- Comparação entre diferentes sistemas de autoclismo (Fonte: Geberit, 2005).....	241
Figura 10.3- Torneira electrónica (Fonte: Geberit, 2008).....	242
Figura 10.4- Comparação entre o consumo de diferentes torneiras (Fonte: Geberit, 2008).....	242
Figura 10.5- Torneira pneumática (Fonte Geberit, 2008).....	243
Figura 10.6- Comparação entre o consumo de diferentes torneiras (Fonte: Geberit, 2008).....	243
Figura 10.7 - Sistema de urinol sem água (URIMAT ECO com display) (Fonte: URIMAT, 2009).....	243
Figura 10.8 - Sistema de funcionamento do urinol sem água (URIMAT) (Fonte: URIMAT, 2009).....	244
Figura 10.9 – Electroválvulas (Solenóides) e sensores de presença.....	248
Figura 10.10 – Esquema de funcionamento do Sistema de corte (Shut-off) (Fonte: Robert Pearson, 2008).....	248
Figura 10.11 - Exemplo de sistema de depuração encontrado no mercado (fonte: 3Ptechnik, 2009).....	255

Figura 10.12 – Área para captação da água pluvial no DVB (Fonte: Chamartín Imobiliária, 2010).	257
Figura 10.13 - Esquema de funcionamento da cogeração/Trigeração (Fonte: Brandão S., 2004).	268
Figura 10.14 – Esquema de produção eléctrica a partir de painéis fotovoltaicos (Fonte: Schott Solar, 2008).	275
Figura 10.15 - Exemplo de aplicação do sistema fotovoltaico integrado ao edifício – Como clarabóia e na fachada (Fonte: Sapa, 2009).	277
Figura 10.16 – Exemplo de aplicação de painéis fotovoltaicos integrados nos edifícios - Biblioteca de Mataró, Espanha (Fonte: Jesus. L et. al., 2006).	278
Figura 10.17 – Opções de células fotovoltaicas aplicadas em vidros (Fonte: Schott Solar, 2008).	278
Figura 10.18 – Custos associados a uma instalação convencionais comparados com um sistema fotovoltaico integrado ao edifício (Fonte: Schott Solar, 2008).	279
Figura 10.19 – Diferença entre módulos disponíveis no mercado.	280
Figura 10.20 – Módulos Thin Film (Fonte: Schott Solar, 2009).	281
Figura 10.21- Local de intervenção proposto para instalação de Fotovoltaico integrado ao edifício (Fonte: Chamartín Imobiliária, 2009).	282
Figura 10.22 – Resultado da Ferramenta PVGIS: cálculo da energia eléctrica mensal produzida em Braga.	283
Figura 10.23- Bancos de Gelo instalados no Dolce Vita Porto.	287
Figura 10.24 – Produção total de electricidade no ano de 2007 e identificação das horas de procura de energia (Fonte: Henriques A.C., 2008)(adaptado).	288
Figura 10.25 – Emissões de GEE referentes ao balanço energético diário (valores médios de 2007) (Fonte: Henriques A.C., 2008) (adaptado).	289
Figura 10.26- Cabo convencional comparado a um sistema Gen2Drive (Cinta plana)(Fonte: Otis, 2008).	293
Figura 10.27 – Comparação entre um motor convencional e o Sistema Gen2Drive (Fonte: Otis, 2008).	294
Figura 10.28 – Comparação entre cabos de elevadores convencionais e as cintas planas do Sistema Gen2Drive (Fonte: Otis, 2008).	294
Figura 10.29- Sistema Regen Drive (Fonte: Otis, 2008).	295
Figura 10.30- Consumos de energia (área a amarelo) e a energia gerada (área a verde) (Fonte: Otis, 2008).	295
Figura 10.31- Consumo e emissões variáveis pela facturação da fábrica em Zardoya (Fonte: Otis, 2008).	296
Figura 10.31(cont.) - Consumo e emissões variáveis pela facturação da fábrica em Zardoya (Fonte: Otis, 2008).	297
Figura 10.32- À esquerda, Sistema Gearlessdrive não regenerativo (com casa de máquina) e à direita, o sistema Gen2Drive Regen (Otis, 2008).	298
Figura 11.1 – Gráfico representativo das diferentes classificações do cenário 1 e 2.	303
Figura 11.2- Gráfico representativo das diferentes classificações dos cenários 2 e 3.	304
Figura 11.3- Gráfico representativo das diferentes classificações do cenário 3 e 4.	307
Figura 11.4 - Gráfico representativo das diferentes classificações do cenário 2 para 4.	308

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 - Mochila ecológica associada a 1 kg do produto final (Fonte Pinheiro M., 2006).	28
Tabela 2.2 - Destino final dos resíduos produzidos na Comunidade Europeia entre 1996 e 2006 (Fonte PERSUII, 2007).	29
Tabela 2.3 – Vida útil dos aterros e por sistema no final do ano de 2004 (Fonte: PERSUII, 2007).	30
Tabela 2.4- Níveis limites de ruídos definidos pelo Regulamento Geral do Ruído.	43
Tabela 2.5- Produtos abrangidos e teores máximos de COVs.	44
Tabela 3.1 - Estrutura da Ferramenta LiderA2.0, organizada pelas diferentes vertentes, áreas de actuação e critérios (LiderA, 2009)	77
Tabela 4.1 - Critérios BREEAM utilizados durante a análise deste estudo (Fonte: BRE, 2008) (adaptado).	109
Tabela 4.2- Classificação final definida pelo BREEAM ( Fonte: BRE, 2008).	109
Tabela 4.3.- Critérios da Ferramenta BREEAM analisadas durante o estudo económico e ambiental proposto (Fonte: BRE, 2008) (adaptado).	111
Tabela 4.3(cont.) - Critérios da Ferramenta BREEAM analisadas durante o estudo económico e ambiental proposto (Fonte: BRE, 2008) (adaptado).	112
Tabela 5.1 - Elementos chaves que poderão ser analisadas no GPS.	125
Tabela 6.1 – Definição das áreas por funcionalidade, nos três centros comerciais de referência.	136
Tabela 6.2 – Principais características construtivas dos três edifícios de referência.	138
Tabela 6.2(cont.) – Principais características construtivas dos três edifícios de referência.	139
Tabela 6.3 - Relação dos principais equipamentos utilizados nos três edifícios de referência (Fonte: A. Ramalhão, 2007)	139
Tabela 6.4 - Exemplo da análise realizada no DVP, no intuito de verificar os meios de transporte nas suas deslocações ao CC, utilizados pelos visitantes.	142
Tabela 6.5 - Consumo de energia total nos edifícios de referência expresso em GJ (giga joule)	144
Tabela 6.6 - Consumo de energia por 1000 m <sup>2</sup> de "mall".	145
Tabela 6.7- Consumo de energia por 1000 convidados.	145
Tabela 6.8 - Consumo de água total nos edifícios de referência expresso em m <sup>3</sup> (metros cúbicos)	145
Tabela 6.9- Consumo de água por 1000 m <sup>2</sup> do "mall".	146
Tabela 6.10- Consumo de água por 1000 convidados	146
Tabela 6.11- Percentagem de resíduos reciclados nos três edifícios de referência.	147
Tabela 6.12 – Definição das áreas por funcionalidade, nos dois casos de estudo.	152
Tabela 6.13– Principais características construtivas nos dois casos de estudo.	153
Tabela 6.13 (cont.)– Principais características construtivas nos dois casos de estudo.	154
Tabela 6.14 - Relação dos principais equipamentos instalados e previstos nos dois casos de estudos.	155
Tabela 6.15 – Medidas ambientais e de eficiência implementadas no DVT.	156
Tabela 6.15 (cont.) – Medidas ambientais e de eficiência implementadas no DVT.	157
Tabela 6.16 – Medidas ambientais e de eficiência implementadas no DVB.	158
Tabela 6.16 (cont.) – Medidas ambientais e de eficiência implementadas no DVB.	159



Tabela 7.1- Critérios abrangidos pelo Grupo A (com possível adaptação regulamentar local)(Fonte: BRE, 2008) (adaptado).....	164
Tabela 7.1 (cont.)- Critérios abrangidos pelo Grupo A (com possível adaptação regulamentar local)(Fonte: BRE, 2008) (adaptado).....	165
Tabela 7.2- Critérios abrangidos pelo Grupo B (critérios inadaptados à realidade nacional) (Fonte: BRE, 2008)(adaptado).....	165
Tabela 7.2 (cont.)- Critérios abrangidos pelo Grupo B (critérios inadaptados à realidade nacional) (Fonte: BRE, 2008)(adaptado).....	166
Tabela 7.3- Critérios abrangidos pelo Grupo C (quantificação complexa, mas com elevado valor ambiental) (Fonte: BRE, 2008) (adaptado).....	166
Tabela 7.3 (cont.) - Critérios abrangidos pelo Grupo C (quantificação complexa, mas com elevado valor ambiental) (Fonte: BRE, 2008) (adaptado).....	167
Tabela 7.4- Critérios abrangidos pelo Grupo D (critérios quantificáveis).....	168
Tabela 8.1- Critérios da Ferramenta BREEAM associados à Regulamentação Portuguesa. ....	173
Tabela 8.1(cont.)- Critérios da Ferramenta BREEAM associados à Regulamentação Portuguesa. ....	174
Tabela 8.1( cont.)- Critérios da Ferramenta BREEAM associados à Regulamentação Portuguesa. ....	175
Tabela 8.1( cont.)- Critérios da Ferramenta BREEAM associados à Regulamentação Portuguesa. ....	176
Tabela 8.2 - Critérios abrangidos pelo Grupo B (critérios inadaptados à realidade nacional).....	177
Tabela 8.3- Número de créditos disponíveis em função do Índice de CO <sub>2</sub> do edifício analisado (Fonte:BREEAM, 2008) .....	179
Tabela 8.4- Número de créditos do LEED disponibilizados em função do custo com energia evitados (expresso em percentagem) (Fonte: LEED, 2009). ....	180
Tabela 8.5- Tabela apresentada na versão 2006 do BREEAM adaptada à Realidade Nacional Portuguesa (Fonte: BREEAM, 2006) (adaptação).....	181
Tabela 9.1 - Critérios abrangidos pelo Grupo C (quantificação complexa, mas com elevado valor ambiental) .....	204
Tabela 9.1 (Cont.) - Critérios abrangidos pelo Grupo C (quantificação complexa, mas com elevado valor ambiental) ..	205
Tabela 9.2- Características térmicas dos difusores utilizados no SOLATUBE (Fonte: Polirígido, 2008) .....	209
Tabela 9.3 - Emissões evitadas (kg/ano) com a instalação de uma unidade SOLATUBE na substituição de iluminação artificial em horas do dia (Fonte: Polirígido, 2008).....	209
Tabela 9.4 - Custos associados ao estacionamento para bicicletas. ....	211
Tabela 9.5 - Fugas identificadas nos edifícios de referência (Fonte: Chamartin Imobiliária, 2009) .....	216
Tabela 9.6 – Eventuais fugas que poderiam ser evitados com a utilização de detectores de fugas de água.....	217
Tabela 9.7- Pontos obtidos em função da classificação do <i>Green Guide</i> definido para diferentes materiais de isolamento. (Fonte: BRE, 2008) .....	218
Tabela 9.8 – Cálculo do <b>índice do Isolamento</b> do Poliestireno Extrudido (XPS) aplicado no DVBraga. ....	219
Tabela 9.9 – Cálculo do <b>índice do Isolamento</b> do Aglomerado Negro de cortiça aplicado no DVBraga.....	219
Tabela 9.10- Características físicas dos materiais de isolamento analisados. ....	220
Tabela 9.11- Características ambientais dos materiais de isolamento analisados.....	221
Tabela 9.12- Emissões evitadas com a substituição do Poliestireno expandido por aglomerado de cortiça. ....	222

Tabela 9.13- Unidades de valorização orgânica de RSU em funcionamento (previsão para 2004) ( Fonte: ENRRUBDA, 2003 apud PERSU II, 2007).....	225
Tabela 9.14 – Taxas de resíduos cobradas por entidades gestoras de resíduos, em função do tratamento. ....	226
Tabela 10.1 – Critérios quantificáveis (Grupo D). (Fonte: BRE, 2008) (adaptação).....	232
Tabela 10.2 – Capitação e consumos específicos definidos para um centro comercial (Fonte: Ductos, 2007) .....	233
Tabela 10.3 - Dados obtidos através da análise dos edifícios de referência para definição da população flutuante e fixa. (Fonte: Chamartin Imobiliária, 2007).....	234
Tabela 10.4– Análise comparativa entre dados estimados e consumo real dos edifícios de referência. ....	234
Tabela 10.5- Resultado do estudo 1: Consumo estimado do DVB.....	235
Tabela 10.6 – Consumo total de água no DVB e consumo diário estimado para sanitas e urinóis, resultante do estudo 1. ....	235
Tabela 10.7 – Cálculo do consumo estimado de água potável do Dolce Vita Braga (dados oficiais) (Fonte: Sopsec, 2008).....	236
Tabela 10.8 - Quantidade de equipamentos que serão instalados no DVB. ....	237
Tabela 10.9 - Consumo de água inicialmente estimado para o DVB. ....	237
Tabela 10.10 – Custos médios associados ao consumo de água reais (2006) e estimados (2009).....	238
Tabela 10.11 - Emissões de GEE associados ao tratamento de água (Fonte: EPAL, 2007). ....	238
Tabela 10.12 - Emissões de GEE associados ao tratamento de água residual (Fonte: Henriques A.C., 2008) .....	239
Tabela 10.13- Consumos de água e emissão de GEE por habitantes europeus ( Fonte: EUREAU, 2008 apud Aquapor, 2009) (Fonte: EEA, 2009). ....	239
Tabela 10.14 – Autoclismo de descarga única comparado com autoclismo com descarga variável (Resultados económicos e ambiental). ....	246
Tabela 10.15 – Proposta inicial do DVB comparado com o sistema de urinóis sem água (URIMAT) – Resultados económicos e Ambientais. ....	247
Tabela 10.16- Perdas diárias associados ao vazamento visíveis dos lavatórios (Fonte: Oliveira L., 2002).....	250
Tabela 10.17- Perdas diárias associados aos vazamentos das sanitas e urinóis (Fonte: DECA, 2001 apud Oliveira L., 2002). ....	250
Tabela 10.18- Perdas estimadas em função do número de equipamentos sanitários previstos para o DVB. ....	251
Tabela 10.19 - Perdas estimadas em função da estimativa de equipamentos sanitários irregulares. ....	251
Tabela 10.20 – Materiais necessário para aplicação do sistema de corte (shut-off) nos WCs do DVB (incluindo preços e quantidade)(Fonte: VHM, 2008).....	252
Tabela 10.21 – Sistema de Corte (shut-off) a excluir aos gastos associados aos sensores de presença (substituídos pelos contadores de pessoas, já previstos no projecto) .....	252
Tabela 10.22 – Resultados económicos e ambientais referentes à aplicação do sistema de corte. ....	253
Tabela 10.23- Coeficiente de escoamento em função do tipo de cobertura (Fonte: BRE, 2008).....	257
Tabela 10.24 – Colecta da água da chuva aplicada ao caso de estudo DVB. ....	257
Tabela 10.25- Consumos referentes a proposta inicial do DVB, e consumos resultantes da aplicação de medidas eficientes (Critério Wat 1- secção 10.2.2). ....	258
Tabela 10.26 - Investimentos associados ao aproveitamento da água pluvial com reservatório realizado “em situ” (VHM, 2008). ....	259

Tabela 10.27- Proposta alternativa ao reservatório realizado “in situ”: depósito pré-fabricado de chapa de aço carbono.	260
Tabela 10.28 – Captação (média anual) da água da chuva comparada com o consumo estimado de água para urinóis e sanitas ( com medidas eficientes aplicadas) e rega.	261
Tabela 10.29- Resultados económicos e ambientais associados ao aproveitamento da água da chuva aplicado ao caso de estudo DVB.	262
Tabela 10.30 - Consumos de energia estimados para o DVB (Fonte: Chamartin Imobiliária, 2008)	262
Tabela 10.31 – Custos associados ao consumo de energia (Fonte: EDP, 2008).	263
Tabela 10.32 – Emissões indirectas de GEE associados aos consumos de energia eléctrica (Fonte: WRI, 2006).	263
Tabela 10.33 - Emissões de GEE associados ao consumo directo de energia (Fonte: Henriques A.C.,2008).	263
Tabela 10.34 - Consumos de energia e emissão de GEE por habitantes europeus (Fonte: EEA, 2009).	264
Tabela 10.35 - Cálculo do IEE (Cenário 2) ponderado pelas áreas das tipologias consideradas (Fonte: Fluidinova, 2008).	265
Tabela 10.36 – Características do sistema de cogeração proposto para o DV Braga (Fonte: Jenbacher GE, 2009 e Chamartin Imobiliária, 2008).	269
Tabela 10.37 – Resumo dos tarifários considerados na análise de viabilidade.	270
Tabela 10.38 – Cálculo do IEE aplicado ao DVB.	271
Tabela 10.39- Resultados económicos associados à cogeração e comparados com a actual proposta do DVB.	271
Tabela 10.40 – Emissões de CO <sub>2eq</sub> associadas ao consumo de energia total do DVB.	272
Tabela 10.41 – Desempenho económico e ambiental associado a instalação de fotovoltaicos (BIPv) aplicados ao DVB.	285
Tabela 10.42 – Comparação entre os cenários estabelecidos, com descrição dos componentes e investimento necessário (Fonte: PQF, 2008).	290
Tabela 10.43 – Tarifário aplicado ao caso de estudo (EDP, 2008)	291
Tabela 10.44 – Resultados associados aos encargos anuais dos dois cenários apresentados.	292
Tabela 10.45- Recursos e resíduos evitados durante a produção do Gen2Drive (Fonte: Otis, 2008).	296
Tabela 10.46– Custos associados ao consumo de energia (Fonte: EDP, 2008).	298
Tabela 10.47 – Custos associados a manutenção por equipamento (Fonte: Otis, 2008).	299
Tabela 10.48- Resultados económicos e ambientais entre sistemas.	300
Tabela 11.1 – Resumo dos critérios adicionados no cenário 2 (DVB – proposta base)	303
Tabela 11.2 - Resumo das implicações económicas e ambientais dos critérios adicionados ao Cenário 3	305
Tabela 11.3 - Resumo das implicações económicas e ambiental dos critérios adicionados ao Cenário 4	307
Tabela 11.4 - Resumo das implicações económicas e ambientais dos critérios adicionados ao Cenário 4	308

## **CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO**

### **1.1 Fundamentação**

O actual cenário global apresenta-se perante uma crise ambiental sem precedentes, tendo-se experimentado, durante os últimos anos, os efeitos resultantes de um modelo e societário de progresso fortemente relacionado com as economias desenvolvidas. Esta relação tem primado por uma forte intensidade de consumo energético associada ao crescimento populacional e bem-estar geral das populações abrangidas. Este crescimento da intensidade do consumo energético, está

intrinsecamente relacionado com a utilização de combustíveis fósseis, sendo estes fortemente caracterizados pela elevada dependência petrolífera e seus derivados. Consequentemente, a utilização dos combustíveis fósseis é responsável pelas emissões de CO<sub>2eq</sub> (Dióxido de carbono equivalente) que estão na razão de ser da presente crise climática. Mais recentemente, os mercados energéticos, e com reflexos sobre as populações, foram marcados pela forte oscilação do preço do barril de petróleo. A referida oscilação, teve como origem a velocidade do aumento da procura energética versus a capacidade de oferta dos combustíveis fósseis, consequência sobretudo do forte crescimento económico dos Países em Desenvolvimento e da alteração do controlo dos recursos petrolíferos por parte de países conflituosos e politicamente instáveis. O binómio constituído, por um lado pela crise climática resultante das emissões de CO<sub>2eq</sub> produzidas pelas economias de elevado consumo ou em forte crescimento (quer económico quer populacional), e por outro lado pelos desequilíbrios entre a oferta e a procura energética (agravados pelo fim do “petróleo a baixo custo”), impõe severas necessidades e consequências sobre a alteração do paradigma de desenvolvimento económico. Além da crise energética, existem outros elementos de acção crítica, como seja a da depleção de recursos intrinsecamente associados às alterações climáticas, que tenderão a intensificar-se no decurso desta problemática. Por exemplo, são expectáveis elevados custos económicos associados às catástrofes naturais, fortemente impulsionadas pelo degelo provocado pelo aumento da temperatura global (efeito do aumento das emissões de CO<sub>2eq</sub>). Assim, está em curso, além da crise energética, outras crises de recursos resultantes das alterações climáticas.

A ampla abordagem a esta temática tornou-se inadiável, verificando-se assim, desde 1968, os primeiros passos para as discussões sobre o ambiente. No entanto, foi a partir de 1987, que pela primeira vez foi assumido um compromisso para a mudança, através do Tratado de Montreal, em que os países signatários se comprometeram a eliminar a utilização de Clorofluorcarbono (CFC), uma vez que estes gases são destruidores da camada de ozono. Mas é a partir de 1992, ano em que ocorreu a Cimeira da Terra no Rio de Janeiro, que se verificou uma maior mobilização mundial para a mudança, sendo esta de carácter ideológico e profundo na mentalidade actualmente vigente. Grande parte das iniciativas geradas, deve-se não somente ao contexto ambiental e social, mas também ao forte estímulo gerado em torno dos possíveis impactos económicos. O Relatório do Economista Nicholas Stern, e que foi publicado em 2006, demonstra os eventuais custos decorrentes das diferentes consequências resultantes, e dependentes, do nível de intervenção política na acção ou inacção no que respeita às alterações climáticas.

É neste contexto, que é assumido pelos diferentes países, o compromisso de mudança, bem como são definidas as metas ambiciosas, para a redução de emissões CO<sub>2eq</sub> e para o aumento significativo da utilização das energias renováveis (a acção imediata evitará que as medidas necessárias venham a tornar-se ainda mais onerosas).

No caso da indústria da construção, esta possui um papel fundamental para o cumprimento e o sucesso deste compromisso global perante as alterações climáticas. Os edifícios são responsáveis por cerca de 40% das emissões de CO<sub>2eq</sub>, bem como pela utilização excessiva de determinados recursos e causadora de outros impactes específicos. Assim, torna-se fundamental, a necessidade de inclusão de medidas eco-eficientes neste sector, sendo esse contributo concretizado através de iniciativas que promovem uma construção cada vez mais sustentável e pela utilização cada vez mais recorrente de recursos renováveis.

Muitas dessas acções podem ser orientadas através de determinados indicadores estabelecidos para os edifícios, e definidos, por exemplo, através de diferentes ferramentas voluntárias de sustentabilidade existentes no mercado internacional. Dentre as referidas ferramentas, destacam-se as mais conhecidas: Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM), Leadership in Energy & Environmental Design (LEED), Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE) e o Sustainable Building Tool (SBTool).

O reconhecimento da sustentabilidade, e da aplicação de boas práticas ambientais realizadas por meio destas ferramentas de avaliação, são relativamente recentes, verificando-se desta forma possíveis falhas e constantes adaptações. Uma das principais dificuldades está relacionada com as limitações geográficas e culturais, resultando assim numa disseminação relativamente reduzida, bem como em difícil reconhecimento e expansão internacional.

No entanto, um outro problema, e que se define como principal enfoque deste trabalho, são os efeitos, ainda pouco conhecidos, das efectivas implicações económicas e ambientais, resultantes da comparação entre edifícios certificados e edifícios convencionais não certificados. De acordo com um artigo publicado no *New York Times*<sup>1</sup> em Agosto de 2009, referia-se que a falta de informação e acompanhamento durante a fase de construção e utilização de um edifício com certificação, coloca em causa a credibilidade e a transparência dos referidos estudos. Assim, propõe-se que o edifício seja reconhecido não somente pelas intenções propostas durante a fase do projecto, mas também pelos resultados efectivos que poderão ser alcançados e verificados pela monitorização através de auditorias periódicas.

---

<sup>1</sup> Navarro M. *Some Buildings not living up to green label*. USA: New York Times. Disponível online em: [http://www.nytimes.com/2009/08/31/science/earth/31leed.html?\\_r=3&emc=eta1&pa...](http://www.nytimes.com/2009/08/31/science/earth/31leed.html?_r=3&emc=eta1&pa...) em 31/08/2009.

Concluindo, o que se verifica é que a falta de informação, a ausência de métodos de avaliação simplificados e a inexistência de resultados credíveis, acabam por desencorajar a expansão dos edifícios certificados, e assim justificando a não adesão por parte do sector privado e investidores do sector da construção.

Neste contexto, definiu-se como principal desafio deste trabalho, a condução de um estudo para avaliar os efectivos impactes que a sustentabilidade poderia fomentar num determinado edifício, analisando as suas (estimadas) implicações económicas e ambientais aplicadas a um Centro Comercial em fase de construção (Centro Comercial da empresa Chamartín Imobiliária - co-financiadora deste trabalho).

## **1.2 Objectivos**

O presente trabalho teve como principal finalidade contribuir para a disseminação da construção sustentável, apresentando, quer a promotores quer aos diversos especialistas do projecto, as potencialidades do edifício na promoção da eco-eficiência em diferentes fases do empreendimento, bem como as análises custo benefício associadas. A metodologia utilizada, teve como base uma análise do ciclo de vida de um edifício, em termos de médio-longo prazo, contrariando assim a tendência da indústria da construção em restringir-se à exclusiva análise do investimento inicial, e assim, transferindo e impondo os elevados encargos operacionais aos futuros utilizadores do mesmo.

Neste sentido, o trabalho consistiu na definição de dois objectivos fundamentais:

- O primeiro objectivo refere-se à criação de uma base de dados informática denominada **Gestão do Projecto Sustentável (GPS)**. Esta assenta em medidas de sustentabilidade aplicadas a edifícios, e direccionadas não somente por temáticas (categorias de sustentabilidade), mas também identificadas através das diferentes fases do empreendimento, especialidades e ferramentas de avaliação. A referida ferramenta encontra-se em constante evolução e foi concebida exclusivamente para a gestão interna da empresa co-financiadora deste trabalho.
- O segundo e principal objectivo da tese, consistiu em analisar as implicações económicas e ambientais associadas aos diferentes critérios de sustentabilidade, procedendo-se à comparação entre diferentes soluções convencionais e sustentáveis aplicadas a um centro comercial localizado em Braga e em fase de construção.

No decorrer do trabalho, e devido à existência de diferentes métodos de sustentabilidade disponíveis no mercado para avaliar e reconhecer o desempenho ambiental de um edifício, considerou-se mais apropriada a aplicação prática do segundo objectivo. Assim, utilizou-se um dos referidos métodos de avaliação disponíveis no mercado, nomeadamente o BREEAM.

A análise das implicações económicas e ambientais, associadas às diferentes soluções sustentáveis, teve como base os critérios do BREEAM que foram seleccionados e introduzidos gradativamente no caso de estudo, com a finalidade de analisar cenários com diferentes níveis de sustentabilidade ("Pass", "Very good" e "Excellent").

### 1.3 Metodologia aplicada

Definir uma metodologia para alcançar os objectivos propostos, foi um dos primeiros procedimentos deste trabalho, e nesse sentido, e de forma resumida, foram estipulados os seguintes procedimentos de actuação:

- Contextualizar a construção sustentável - A definição concreta do que é a construção sustentável e como alcançá-la num determinado empreendimento, foi um dos procedimentos iniciais deste trabalho;
- Tipologia a analisar - Foi necessário definir o tipo de edifício objecto de análise para, a partir daí, conhecer as suas particularidades, características construtivas e outros factores determinantes, tais como os principais consumos e variáveis a serem comparados. A identificação de parâmetros de referência, para a tipologia em análise (através dos edifícios de referência), foi fundamental para o conhecimento e para a definição de melhores práticas (a serem aplicados ao caso de estudo proposto);
- Análise do método de avaliação escolhido - Nesta fase definiu-se o método de avaliação da sustentabilidade a ser aplicado neste trabalho, nomeadamente o BREEAM. Após o reconhecimento da ferramenta, realizou-se a sua aplicação aos edifícios de referência (valor médio) e caso de estudo proposto, a fim de verificar a classificação de sustentabilidade deste empreendimentos, antes de propor novos cenários de melhoria.
- Escolha dos critérios chaves a serem analisados - um dos primeiros procedimentos realizados passou pela identificação dos critérios do BREEAM por diferentes grupos de



análise, de forma a desagregar os grupos de critérios que implicariam investimentos adicionais ou não. Os critérios cujos investimentos já estavam a ser contemplados, devido a práticas comuns no mercado ou para dar cumprimento a exigências regulamentares em vigor no País, foram considerados com investimento zero. Os critérios do BREEAM analisados neste trabalho, foram seleccionados e introduzidos gradualmente em função da melhor adaptação ao projecto em fase de construção, bem como visando a optimização económica do investimento associado. Estas componentes de decisão foram essenciais para garantir a melhoria da classificação proposta no âmbito deste trabalho.

- Definição dos pressupostos e indicadores utilizados – Como o trabalho implicava uma análise económica de médio-longo prazo, foram definidas variáveis e taxas a serem aplicadas durante um período máximo de 20 anos. Os indicadores económicos utilizados foram os seguintes: Valor Actual Líquido (VAL) para 15 e 20 anos, Retorno de Investimento (em anos) e a Taxa de Rentabilidade Interna (TIR). Os resultados ambientais foram definidos através da redução de consumo de energia, da redução do consumo de água e da redução de emissões de CO<sub>2eq</sub>. Os referidos resultados foram obtidos durante a análise e por fim comparados com a média de consumo por habitantes europeus.

#### **1.4 Resultados esperados**

Com esta investigação, que ocorreu de acordo com o enquadramento e a realidade portuguesa, pretendeu-se comprovar os resultados efectivos que vêm a ser alcançados por intermédio de práticas sustentáveis num determinado caso de estudo, e quando comparadas com o mesmo edifício utilizando práticas convencionais.

O desenvolvimento deste trabalho, tem-se revelado como uma oportunidade para orientar e incentivar a disseminação de práticas de sustentabilidade, tendo em conta não só os impactes positivos que poderão ser gerados na vertente ambiental mas também todos os benefícios sociais e económicos associados, integrando assim o efectivo conceito de sustentabilidade. Espera-se, desta forma, contribuir para o desenvolvimento de novos trabalhos que venham comprovar, de igual modo, a relação custos-benefícios da construção sustentável, pois quer se queira quer não, a vertente económica continua a ser o grande impulsionador de uma efectiva mudança no mercado.

## 1.5 Conteúdo da tese (por capítulo)

A presente tese encontra-se organizada em doze capítulos, e que se desenvolvem da seguinte forma:

O **capítulo 1** refere-se à introdução da tese. Nesse sentido, é efectuada uma síntese da *Fundamentação*, ou seja, o marco conceptual que vem definir o desenvolvimento da dissertação, os *objectivos* do trabalho, a *metodologia aplicada*, bem como as expectativas e os *resultados esperados*. É igualmente apresentada a estrutura da tese.

No **capítulo 2** é abordado o enquadramento da tese, sendo neste contexto, primeiramente apresentados os *aspectos históricos* e o “*surgimento do alerta*” numa perspectiva global. Neste âmbito são tratados os temas sobre as Alterações Climáticas e o respectivo contexto socioeconómico. Numa secção deste capítulo, também são referidos alguns estudos recentes que reflectem os efeitos negativos sobre o ambiente, causados pelo modelo de desenvolvimento económico adoptado pelos Países Desenvolvidos. O estudo mais representativo desta temática é da autoria de Nicholas Stern<sup>2</sup>, em que se evidenciam os encargos económicos resultantes dos diferentes cenários de intervenção (ou não intervenção) no âmbito das políticas associadas às reduções de emissões de CO<sub>2eq</sub>.

De forma a direccionar a tese para o seu tema fulcral, na secção seguinte deste capítulo é dado enfoque ao tema da indústria da construção, onde se referem os efeitos negativos directos que este sector provoca sobre o ambiente. Assim, é apresentado um panorama geral dos impactes produzidos através do uso do solo e da redução da Biodiversidade, no consumo dos recursos (energia, água, materiais...), na produção de resíduos e na perda da qualidade do ar. Com base no enquadramento apresentado nas secções anteriores, e para finalizar este capítulo, apresentam-se as principais acções para a mudança a nível Global, Europeu e Nacional, bem como a contextualização do que é Construção Sustentável, os seus princípios e desafios.

No **capítulo 3** apresentam-se alguns dos métodos actualmente existentes de avaliação da sustentabilidade em edifícios e de maior reconhecimento no mercado internacional. Neste capítulo, são também fornecidas as informações gerais sobre o sistema britânico BREEAM, método

---

<sup>2</sup> Stern, N (2006). Stern Review: The economics of climate change. UK.

escolhido para ser analisado durante o desenvolvimento deste trabalho. Realçam-se, neste mesmo capítulo, as referências às actuais discussões em torno da internacionalização e normalização dos diferentes métodos de análise. Por fim, são igualmente apresentadas outras ferramentas relevantes e necessárias para a análise das potencialidades e de outras características de um edifício, nomeadamente, o comportamento energético, as condições endógenas para eventual utilização de energias renováveis e a análise do ciclo de vida dos materiais.

No **capítulo 4** apresenta-se a metodologia de desenvolvimento do trabalho utilizada para atingir os objectivos propostos. Após o enquadramento ao tema, apresentado nos três primeiros capítulos, o capítulo 4 faz a conexão aos capítulos seguintes (capítulos 5 a 12), que denominam-se como os componentes principais deste trabalho. Assim, neste capítulo, poderão ser verificados os procedimentos utilizados, em cada capítulo, para alcançar os dois objectivos pretendidos.

No **capítulo 5** é apresentada a estrutura e o desenvolvimento do "Guião para a Construção Sustentável", elemento suporte para a criação do GPS (Gestão do Projecto Sustentável), tal como definido num dos objectivos deste trabalho. Dessa forma, apresenta-se a metodologia que foi desenvolvida com o intuito de organizar inúmeras medidas de sustentabilidade numa lógica que facilite a sua leitura e utilização nas diferentes fases de um empreendimento. O GPS (Gestão do Projecto Sustentável), ferramenta informática desenvolvida com o apoio de uma equipa interna da empresa co-financiadora deste trabalho, teve como objectivo assegurar a comunicação de critérios de sustentabilidade entre as diferentes especialidades de um projecto.

Todos os capítulos seguintes, se referem aos procedimentos necessários para alcançar o segundo e principal objectivo deste trabalho, ou seja, analisar as implicações económicas e ambientais associadas aos critérios de sustentabilidade definidos pelo método de avaliação BREEAM e aplicado aos Centros Comerciais (principal área de negócio da empresa Chamartín Imobiliária, co-financiadora deste estudo).

No **capítulo 6** apresentam-se os casos de referência, bem como os casos de estudo analisados neste trabalho, sendo todos os empreendimentos, reconhecidos pela marca Dolce Vita, da empresa co-financiadora. Os três casos de referência analisados, encontram-se actualmente em fase de operação, enquanto os casos de estudos (apesar de serem referenciados dois casos de estudo,

apenas um será tratado nos capítulos seguintes), encontravam-se, no momento da realização do estudo, em fase de construção.

Neste capítulo estão definidos os principais impactes e especificidades dos Centros Comerciais no âmbito dos princípios da sustentabilidade bem como as principais características dos empreendimentos analisados (construtivas, equipamentos, principais consumos, entre outros).

No **capítulo 7** é referida a apresentação da metodologia aplicada neste trabalho. Neste contexto, são apresentados, de forma geral, os sessenta e dois critérios do BREEAM seleccionados e divididos em quatro diferentes grupos, nomeadamente: os critérios abrangidos (ou facilmente adaptáveis) à legislação local (Grupo A), os critérios inadaptados à realidade nacional (Grupo B), os critérios com elevado valor ambiental e de complexa quantificação (Grupo C) e, por fim, os critérios denominados de quantificáveis (Grupo D).

Neste mesmo capítulo, apresenta-se o grau de sustentabilidade do caso de estudo (proposta inicial) conforme o método BREEAM. Também se definem duas novas propostas de intervenção com o objectivo de se obter a melhoria da classificação final, bem como o aumento do nível de sustentabilidade do caso de estudo. É com base nestas duas intervenções que se propõe analisar as implicações económicas e ambientais resultantes.

No **Capítulo 8**, e conforme referido no capítulo anterior, são referenciados os critérios do método BREEAM abrangidos (ou facilmente adaptáveis) pelos Regulamentos Nacionais, e ao contrário destes, os critérios considerados inadaptados à realidade portuguesa. Neste sentido, são enumerados os critérios, bem como as eventuais adaptações conforme o regulamento já em vigor no País. No caso dos critérios que constituem o grupo B, são apresentadas as dificuldades relacionadas com as inaptações, bem como se demonstra como estes critérios inadaptados são tratados (ou não) por outros métodos de avaliação, nomeadamente o LEED, Lidera e SBTool<sup>PT</sup>. O capítulo finaliza com a apresentação de propostas para as referidas adaptações.

No **capítulo 9** apresentam-se os critérios que produzem benefícios sociais e ambientais (abrangidos pelo grupo C). No entanto, estes definem-se como sendo de complexa quantificação em termos de valor económico. Assim, os referidos critérios organizam-se em diferentes temáticas: saúde e bem-estar, meios de transporte, gestão da água, escolha dos materiais e gestão dos resíduos, da forma a que neste capítulo sejam reportados os investimentos iniciais necessários para a implementação dos sete critérios e suas vantagens ambientais associadas.

No **capítulo 10** descrevem-se os critérios constituintes do Grupo D, ou seja, os critérios considerados quantificáveis, em termos de valor económico, e organizados por duas diferentes temáticas: água e energia. Neste capítulo são analisados oito critérios e são reportadas as características dos sistemas propostos e a sua aplicação prática no caso de estudo. Assim, e tal como sucedido no capítulo 9, procede-se à determinação dos investimentos iniciais, mas com a particularidade adicional de, nestes critérios, se proceder à análise custo-benefício comparada com a proposta inicial do caso de estudo.

No **capítulo 11** define-se a apresentação dos resultados económicos e ambientais obtidos através da inserção dos critérios seleccionados. O objectivo define-se pela melhoria da classificação final, conforme estabelecido pelo BREEAM, tal como inicialmente proposto. Em síntese, os resultados são balizados em função dos seguintes indicadores:

- Investimento inicial – Refere-se à diferença entre o investimento da proposta inicial e o investimento da proposta sustentável;
- Retorno do investimento (expresso em anos) - período (anos) que o promotor terá que esperar até recuperar o investimento realizado no projecto;
- VAL (Valor Actual Líquido) – De forma simples, o VAL refere-se à determinação do valor económico líquido actualizado para o momento 0 (data de investimento), e sendo calculado com base nos cash flows anuais gerados pelo investimento durante um ciclo de 15 a 20 anos. Este cálculo utiliza uma taxa de actualização aplicada sobre os cash flows anuais;
- TIR (Taxa Interna de Rentabilidade) – Trata-se da taxa máxima de rentabilidade de um projecto. Ou seja, consiste na obtenção de uma taxa de desconto (i) que seja superior à taxa de desconto utilizada para o cálculo do VAL (t).

Os indicadores ambientais são expressos em função da redução do consumo de energia, de água e de emissões de CO<sub>2eq</sub>, que no final são comparados com a média do consumo por habitante europeu.

Por fim, apresenta-se o **Capítulo 12** onde se definem as conclusões finais deste trabalho, bem como as perspectivas futuras.

## **CAPÍTULO 2 - ENQUADRAMENTO**

### **2.1 Aspectos históricos e o surgimento da alerta**

O Planeta Terra tem aproximadamente 5 biliões de anos, tendo passado ao longo da sua história por violentas transformações climáticas. Contudo, os últimos 12.000 anos do planeta estão relacionados com o progresso da sociedade humana, e sempre inserida num clima que se manteve comparativamente ameno e estável. A sociedade humana, ao longo do seu desenvolvimento (a partir das actividades agrícolas e de criação de animais do neolítico, até á revolução industrial), e ao

mesmo tempo que se verificava o crescimento populacional, procurou que os benefícios desse progresso pudessem ser simultaneamente usufruídos por toda a população. Presumivelmente, os primeiros agricultores, eram livres de desenvolverem as suas actividades de forma arbitrária, no entanto, quando a sociedade humana – milhares de anos depois – identificou, e reconheceu, que os processos agrícolas não controlados poderiam provocar graves danos para a sociedade no seu todo, passariam a ser estabelecidas regulamentações e controlo sobre o desenvolvimento agrícola (IPCC, 2007). Hoje, o conhecimento de que as actividades humanas têm influenciado as alterações no clima, ou seja, impõe à sociedade contemporânea a responsabilidade de agir e intervir perante tais efeitos. Tal situação gera a necessidade de definir um novo modelo de relacionamento entre a sociedade humana e o planeta.

### 2.1.1 Alterações Climáticas

O Painel Intergovernamental para as Alterações Climáticas (IPCC) conclui em 2007, que estas alterações têm vindo a ocorrer e são responsáveis pelo incremento do sobreaquecimento do Planeta (ver figura 2.1). O IPCC concluiu que existe 90% de probabilidades para que estas alterações climáticas sejam provocadas pela actividade humana, sendo de referir que essa actividade está a provocar o forte incremento das emissões de gases com efeito estufa, bem como a diminuição e o desaparecimento da vegetação.

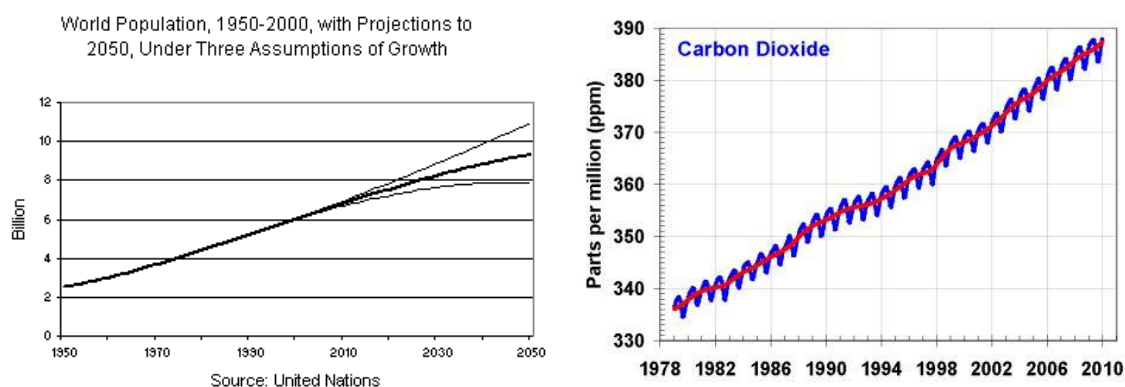


Figura 2.1- Evidências e paralelismo entre aumento da população (Fonte: United Nation, 2003) e emissões (CO<sub>2</sub>) (Fonte: NOAA, 2005).

Contudo, a tendência de aumento da temperatura a longo prazo, é clara, e a evolução da temperatura atmosférica na superfície da terra está a prosseguir a trajectória esperada pelas projecções do IPCC. Desde o último relatório do IPCC, têm-se verificado constantes “updates” que marcam uma acentuada tendência no que se refere à temperatura na superfície oceânica, pois

essas estimativas demonstram que os oceanos têm vindo a aquecer de forma significativa nos últimos anos. As actuais estimativas indicam que os oceanos aqueceram 50% mais do que estava inicialmente previsto pelo IPCC, o que vem ajudar a explicar o fenómeno tendencial relativo ao nível das águas do mar (Domingues C.M. *et al*, 2008).

A mais dramática das consequências verificadas pelo último relatório do IPCC é a rápida redução da área de gelo do Mar do Ártico durante os períodos de Verão (ver figura 2.2). Em 2007, a área mínima coberta decresceu cerca de 2 milhões de km quadrados, quando comparado com os anos anteriores, sendo que, em 2008 esse decréscimo ainda se acentuou mais dramaticamente.

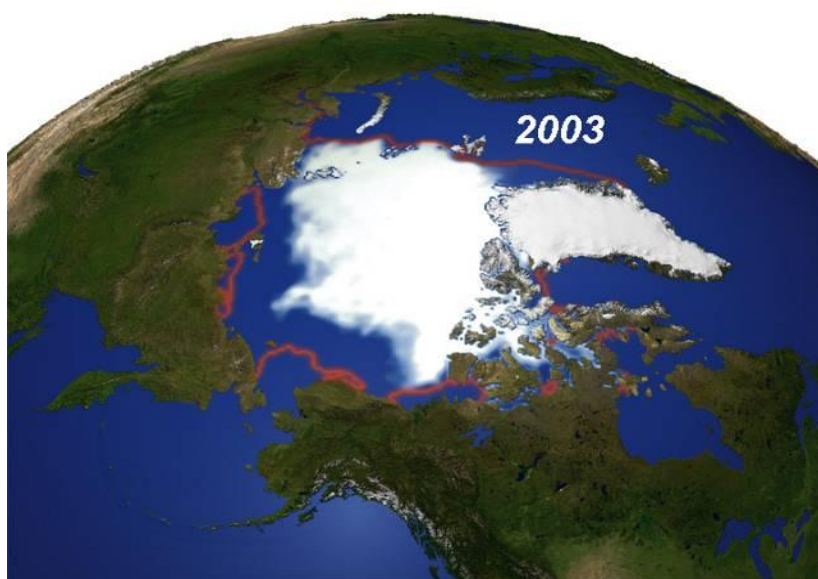


Figura 2.2 – Exemplo de degelo acelerado, verificado no Ártico em 2007 comparado com 2003 (Fonte: UNEP, 2007).

A diminuição da área coberta de gelo é demasiado importante para o Clima em grande escala, tendo em conta que o gelo e a neve reflectem grande parte da radiação solar, remetendo-a novamente para a atmosfera, enquanto a água do mar absorve de igual modo, grande parte da mesma radiação que chega à superfície e que não foi reflectida pelo efeito da estrutura do Mar do Ártico. Quer isto dizer que o rápido degelo do Ártico irá permitir que os oceanos absorvam mais calor do que em relação ao anterior cenário, em que a neve e o gelo concentrados conseguiam reflectir parte da radiação solar para atmosfera.

A causa de maior importância no aumento de temperatura na superfície terrestre, são as concentrações dos gases que provocam o efeito de estufa na atmosfera. Os gases com efeito de estufa (o vapor de água, o CO<sub>2</sub>, o CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O), presentes na atmosfera, absorvem o calor deixando-o livre na superfície terrestre, permitindo assim iniciar-se um processo de retenção de calor perto da referida superfície (ver figura 2.3). Sem a existência do natural efeito de estufa, a temperatura média na terra seria aproximadamente de 19°C abaixo de zero.



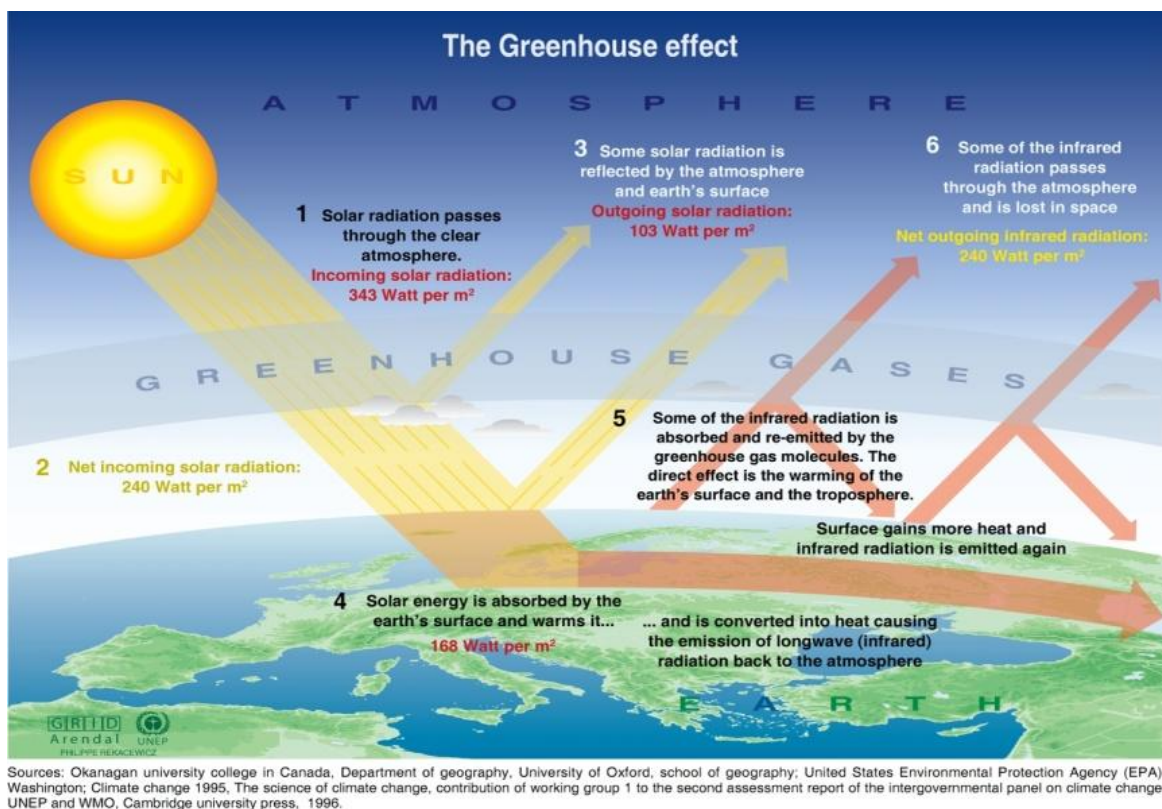


Figura 2.3 – Gases de Efeito de estufa (Fonte: UNEP & GRID Arendal, 2009).

Um dos efeitos mais importantes resulta da actividade dos sorvedouros de carbono naturais (florestas tropicais e oceanos), que removem uma fracção significativa das emissões de CO<sub>2</sub> provocadas pela acção humana, tendo estes sorvedouros, especialmente as florestas tropicais, vindo a diminuir a sua capacidade de retenção de CO<sub>2</sub> durante os últimos 50 anos, o que quer dizer, que esta capacidade de retenção continuará a diminuir nas próximas décadas e assim implicando o consequente aumento das emissões de CO<sub>2</sub>.

Finalmente, um dos mais importantes efeitos das alterações climáticas é o observado aumento de eventos extremos (ondas de calor, tempestades e inundações). A sociedade humana, no seu processo de desenvolvimento e progresso, tornou-se dependente de um modelo assente de condições climatéricas estáveis, questionando-se assim, o efeito brutal que a alteração desses regimes climáticos estáveis (temperatura, chuvas ou os ventos) poderão ter sobre a evolução da sociedade humana (Fig.2.4 – Consequências económicas decorrentes de eventos extremos).

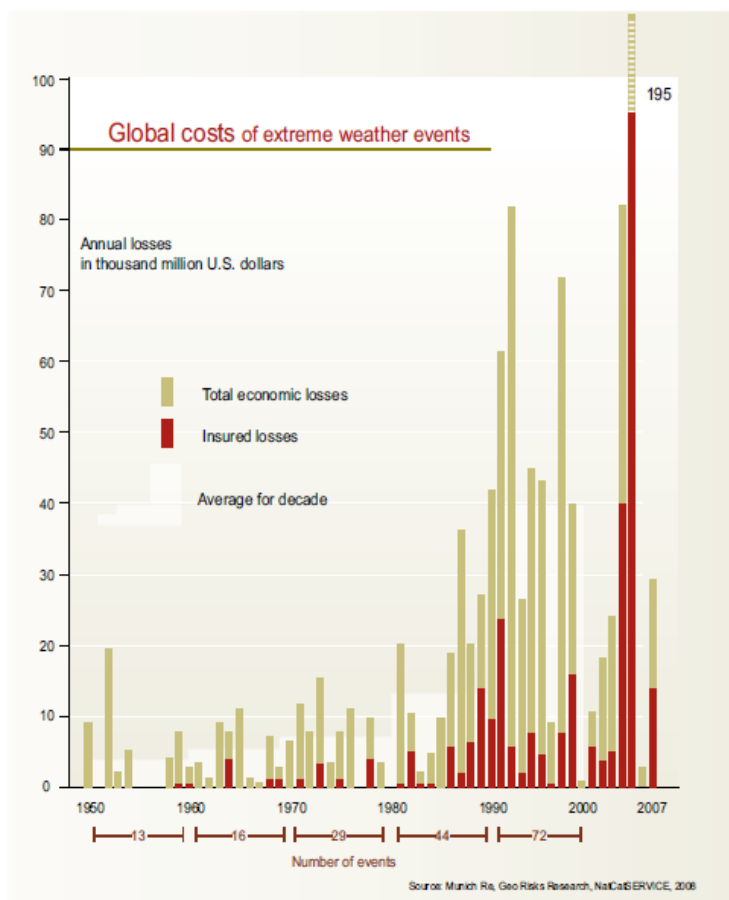


Figura 2.4 – Custos económicos causados pela Alteração climática (Fonte: UNEP & GRID Arendal, 2008)

### 2.1.2 Contexto socioeconómico

A evidência dos efeitos negativos associadas às alterações climáticas, tornou-se necessária a definição de objectivos para a redução das emissões de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  por forma de evitar as consequências nefastas dessas alterações. Ao mesmo tempo, tornou-se um desafio demonstrar de forma imparcial e clara a mensagem de que o modelo do *"business as usual"* se encontra decididamente eliminado a prazo. O desenvolvimento tecnológico, bem como as ferramentas de Ciência Política e de Gestão estão hoje disponíveis para a condução da requerida transformação, no entanto constata-se, que através do tipo de linguagem e conduta que presentemente é utilizada na discussão em relação às alterações climáticas, se reflectem condicionalismos culturais que são partilhados pela comunidade global no seu todo.

No entanto existem modelos e propostas de acção para a referida actuação. Em Outubro de 2006, foi publicado um estudo com o objectivo de apresentar os impactes económicos na óptica dos recursos e da Economia Mundial. Esse trabalho foi desenvolvido pelo antigo Economista das Nações Unidas, Sir Nicholas Stern, resultando na publicação de um relatório de mais de 700 páginas para o Governo Inglês (Stern N, 2006). Neste estudo, Stern conclui que o aquecimento

global, eventualmente poderá custar aos Países entre 5% a 20% do actual Produto Interno Bruto Mundial, deixando o aviso que uma falha ao combate das consequências associadas ao incremento dos gases com efeito de estufa poderá resultar em custos globais de biliões ( $10^{12}$ ) de dólares.

Algumas das referências associadas ao relatório Stern podem ser resumidas da seguinte forma (Stern N., 2006):

#### IMPACTO ECONÓMICO

- Extremas condições climáticas poderão reduzir o Produto Interno Bruto Global cerca de 1%;
- Um aumento da temperatura entre 2°C a 3°C poderá reduzir o crescimento económico cerca de 3%;
- Se as temperaturas médias aumentarem em volta de 5°C, as perdas económicas globais poderão ser de 10%, e no caso dos Países pobres esse número poderá ser ainda superior;
- No pior dos cenários estudados, ou seja, aquele que reflecte uma reduzida inacção em relação às alterações climáticas, o consumo *per capita* global reduzirá perto de 20%;
- Para se verificar a estabilização a um nível que seja considerado aceitável, as emissões de gases com efeito de estufa necessitam permanecer inalterados nos próximos 20 anos, e a partir daí, começarem a decrescer a uma taxa de 1% a 3% ao ano. Isso custaria 1% do Produto Interno Bruto Mundial.

#### OPÇÕES PARA A MUDANÇA

- Reduzir a procura e o consumo de produtos e serviços que tenham uma carga poluente;
- Tornar mais eficiente o sistema de produção e fornecimento de energia à escala global;
- Diminuir os níveis de desflorestação, de forma a reduzir significativamente uma das fontes principais de emissões de CO<sub>2</sub>;
- Promover tecnologias limpas e tecnologias de transporte, de forma a que em 2050, 60% da produção energética possa ser proveniente de fontes não fósseis.

#### ACÇÕES GOVERNAMENTAIS

- Criar um Mercado global para a comercialização de Carbono;
- Expandir o “*European Emissions Trading Scheme (EETS)*” a uma escala global, trazendo para essa dinâmica Países como os Estados Unidos, a Índia e a China;

- Definir novos objectivos, no âmbito do EETS, para a redução de emissões de CO<sub>2</sub> em 30% até 2020 e 60% até 2050;
- Estabelecer objectivos globais para a redução de emissões pela comunidade internacional, ao mesmo tempo que é designado um órgão independente para monitorizar esses progressos;
- Criar novos enquadramentos para a dinamização de novos investimentos em “*green technology*” e em “*green business*”, de forma a constituir um modelo de criação alternativa de empregos e novas qualificações;
- Desenvolver juntamente com o Banco Mundial e outras Instituições Financeiras, a criação de um fundo de 20 mil milhões (10<sup>9</sup>) de dólares para ajudar e cooperar com os Países pobres na resolução dos desafios decorrentes da adaptação às alterações climáticas;
- Desenvolver programas conjuntos com Países como o Brasil, Papua Nova Guiné e Costa Rica no sentido de se promover uma política de sustentabilidade e protecção das grandes florestas.

## 2.2 Impacte ambiental dos edifícios

A indústria da construção funciona como um dos mais importantes indicadores de desenvolvimento económico de um determinado País, mas ao mesmo tempo, também é responsável pelos elevados impactes sobre o ambiente (directos e indirectos), resultantes dos processos industriais de difícil controlo devido às particularidades locais e à complexidade gerada pela junção de diferentes componentes. Estas referem-se às diferentes dimensões, características, e processos construtivos, bastante diferenciados, que se tornam de grande complexidade para a definição de regras de controlo e qualidade em relação ao produto final, e tal como é realizado em outras indústrias.

As características climáticas locais, os recursos naturais disponíveis e a cultura local são outros factores que dificultam a definição e a padronização de regras para um desenvolvimento sustentável estratégico no sector. Além dos impactes gerados durante a fase de construção (e produção) e a utilização de recursos naturais, estes, também se estendem prolongadamente durante todo o ciclo de vida dos edifícios, ou seja, um conjunto de decisões indevidas na componente concepção, que não só provocam uma “produção” (fase de construção) com fortes impactes, mas também acarretam uma deficiente utilização, implicam elevados consumos dos diferentes recursos pelos futuros utilizadores. Neste sentido, devem criar-se estratégias para uma construção sustentável

adaptada às diferentes realidades e países. No entanto, para que tal suceda, é necessário conhecer e quantificar os principais impactes causados pelos edifícios, para que a partir daí, possa definir-se um conjunto de acções e soluções em conformidade com as realidades locais.

Assim, será realizada uma breve análise sobre a influência do sector da Construção na Economia Europeia, bem como os consequentes efeitos ambientais.

A seguir serão relatados os principais efeitos ambientais advindos da Indústria da construção. A figura 2.5, representa de forma esquemática os principais impactes provocados pelo edifício, e que a seguir serão detalhados.

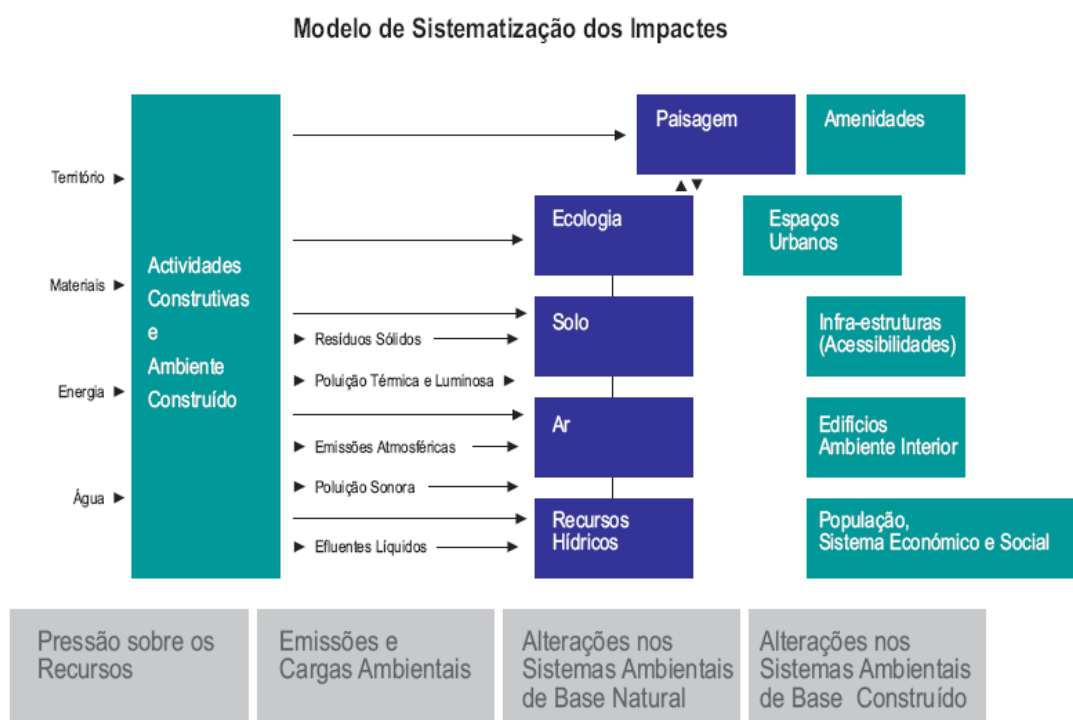


Figura 2.5- Modelo de sistematização dos principais impactos da construção (Fonte: Pinheiro M., 2006).

### 2.2.1 Uso do solo e redução da biodiversidade local

O crescente aumento do movimento migratório para as cidades e o consequente desenvolvimento de actividades associadas (a especulação imobiliária e a construção, utilização de matérias primas, entre outros), provocam uma natural tendência para uma ocupação desordenada dos territórios, fazendo com que importantes zonas verdes, ou até mesmo classificadas como de elevado valor ecológico, sejam progressivamente destruídas.

Estas áreas de valor ambiental e ecológico, quando subordinadas ao confronto dos modelos tradicionais de crescimento das cidades, enfrentam uma insustentável pressão da actividade humana, contrapondo-se esmagadoramente com os níveis mínimos suportáveis (capacidade de carga) para a preservação e diversidade biológica dessas áreas.

Uma forma de calcular este impacto é conhecida por “pegada ecológica” desenvolvida por William Rees e Mathis Wackernagel, autores do livro *“Our Ecological Footprint – Reducing Human Impact”* (Wackernagel M. et al, 2008). Este método tem a função de medir o impacto que a acção humana exerce sob o planeta Terra, ou seja, o referido método clarifica os limites dos recursos disponíveis quando comparados com as actividades e o consumo humano. A figura 2.6, representa a configuração gráfica da pegada ecológica.

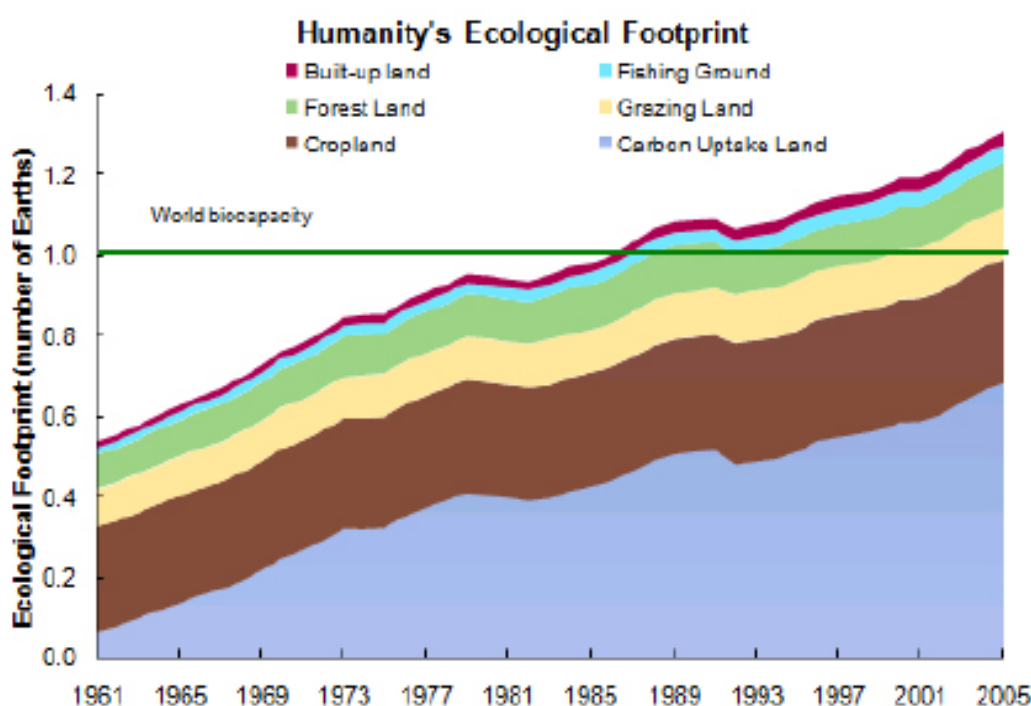


Figura 2.6- “Pegada ecológica” por componente de 1961 a 2005 (Fonte: Wackernagel M. et al, 2008).

Com base neste gráfico, pode constatar-se a utilização de aproximadamente mais 25% de recursos do que o planeta consegue manter. Neste contexto, pode-se destacar o impacto da construção responsável por 40% do consumo anual de matéria-prima ao nível global (Business and Biodiversity, 2009).

Outra importante forma de análise da “Pegada ecológica” é através da biocapacidade disponível nos diferentes países. A figura 2.7 apresenta quais os países que estão em débito ou crédito ecológico. A principal relação entre a perda de biodiversidade e a Construção, em linhas gerais, está relacionada com diferentes factores, tais como o consumo de recursos naturais (conforme mencionado), a ocupação do território, a eventual contaminação do ar, da água e do solo decorrentes da sua actividade durante e após a construção. Os impactos como a contaminação e a impermeabilização do solo, a produção de resíduos, a fragmentação de habitats (ausência de



corredores ecológicos), os ruídos, iluminação nocturna e outros factores podem directamente afectar o equilíbrio ecológico local, conduzindo à migração e redução das espécies de flora e fauna locais (e em casos extremos à ameaça de extinção) entre outros, que provocam a desertificação do solo e a desflorestação.

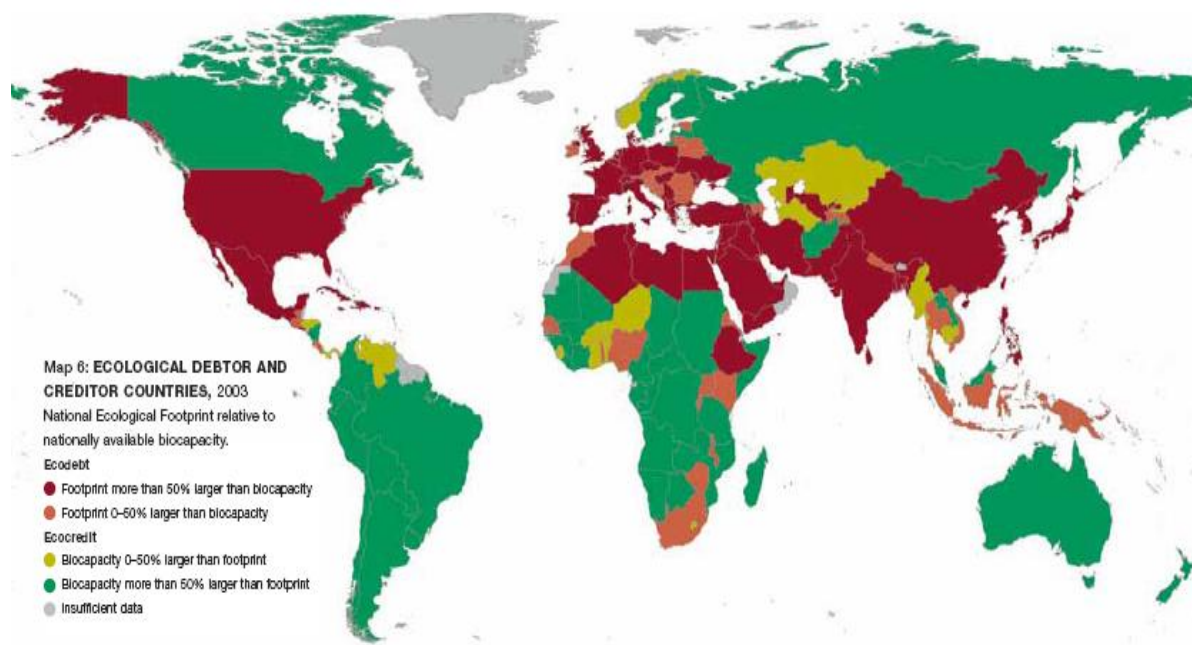


Figura 2.7- Países credores e em débito ecológico (Fonte: WWF, 2003).

Avaliar a longo prazo, os efeitos negativos provocados por um empreendimento isolado, pode ser uma tarefa bastante complexa. No entanto, as formas de evitar ou minimizar estes impactes são identificadas e devem ser contempladas em fases de prospecção e concepção do projecto. Entre estas acções destacam-se as seguintes (adaptado de Business and Biodiversity, 2009):

Minimização (durante a Prospecção do projecto):

- Evitar o desenvolvimento em áreas ecologicamente sensíveis, ou relativamente próximas a estas (neste caso, o empreendimento poderia causar uma barreira ecológica para as áreas fragmentadas locais). As informações relativas às áreas sensíveis podem ser obtidas junto das entidades públicas e Municípios, bem como através do ICNB (Instituto da Conservação da Natureza e da Biodiversidade). As áreas a ter em atenção incluem, além do PDM (Plano Director Municipal), as áreas de REN (Rede Ecológica Nacional), RAN (Rede Agrícola Nacional) e Rede Natura 2000<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> Rede Natura – É composta por áreas de importância comunitária para a conservação de determinados habitats e espécies. Nas quais as actividades humanas deverão ser compatíveis com a preservação destes valores, visando uma gestão sustentável do ponto de vista ecológico, económico e social. (2009, ICNB) Disponível online em: [www.icnb.pt](http://www.icnb.pt) no dia 28/08/09

- Durante a fase de prospecção, deve privilegiar-se a escolha de terrenos com reduzido valor ecológico (áreas de "Brownfield"<sup>4</sup>).

#### Mitigar e Reduzir (durante as restantes fases do desenvolvimento do projecto)

- Definição de reduzidas áreas de ocupação do solo, bem como evitar, sempre que possível, a sua impermeabilização.
- Catalogar e preservar espécies locais para sempre que possível, integrá-las no projecto paisagístico local.
- Prevenir e proteger as espécies locais dos ruídos, iluminação nocturna e alterações térmicas (neste caso provocados pelo efeito "Ilha de calor"<sup>5</sup>), que possam contribuir para a alteração do comportamento (alimentação e reprodução) das espécies.

#### Aumentar a qualidade ecológica local

- Promover o estudo aprofundado do habitat local, de forma estratégica e coerente, para o desenvolvimento das acções mais adequadas. Por exemplo: devem privilegiar-se locais que necessitem de tratamento, áreas afectadas, ou contribuir para espécies sensíveis com reduzida capacidade de reprodução.
- Restaurar e ligar, sempre que possível, os diferentes habitats e paisagens fragmentadas. Conhecidos como "corredores verdes", estes têm a função de aumentar a diversidade biológica local através do suporte à migração e à troca genética proporcionada ao habitat existente.

#### Compensação

- Compensar as perdas provocadas pelo empreendimento através da recriação e reestruturação do habitat, sendo localizado o mais próximo possível do empreendimento, e se possível, com o mesmo número e tipo de espécies que foram afectados. Este tipo de acção é muito apropriado no caso de grandes empreendimentos, onde as áreas de ocupação podem ser bastante significativas.

#### Monitorizar

- Prever mecanismos de acompanhamento do habitat no local, durante a fase de utilização, de forma a assegurar que o empreendimento não afecte o habitat local. Algumas

---

<sup>4</sup> Brownfield – Definido por áreas previamente utilizadas, abandonadas e contaminadas (que possam ser descontaminadas). Um exemplo concreto em Portugal, é a Expo 98 (Lisboa), compreende uma área degradada (antiga zona industrial abandonada) que foi descontaminada e novamente urbanizada.

<sup>5</sup> Efeito Ilha de calor - Refere-se ao aumento da temperatura em áreas urbanas comparado as outras áreas periféricas (regiões rurais e arborizadas). Este feito deve-se a substituição de áreas verdes e permeáveis por áreas construídas que acumulam calor devido a suas propriedades físicas, tais como, materiais com baixa reflectância, com elevada capacidade térmica e impermeáveis.



ferramentas de sustentabilidade (que mais à frente serão estudadas) definem um período mínimo de 5 anos de gestão e monitorização da biodiversidade local.

### **2.2.2 Consumos de energia e respectivas emissões.**

Os consumos de energia e as respectivas emissões de CO<sub>2eq</sub> podem ser identificadas nas diferentes fases do ciclo de vida do edifício, quer de uma forma directa quer de uma forma indirecta. Quando se verifica o consumo de energia de acordo com os diferentes sectores de actividade, deve recordar-se que o efeito da construção está intrínseco (e a montante) nas diferentes actividades, entre os quais se refere:

**Sector da indústria:** Neste sector deve ser analisado o efeito da indústria da construção em duas vertentes, tanto indirectamente, quando relacionada com a indústria de fabricação de materiais de construção, como directamente, através da construção de edifícios propriamente dito. Neste sentido, pode referir-se que em Portugal, 16,5 % e 13% do consumo de energia, estão directamente ligados ao sector doméstico e de serviços, respectivamente. Além disso, uma parcela dos 28,4% da energia final utilizada pela Indústria em Portugal, está directamente relacionada com a produção de materiais de construção, como por exemplo a Indústria de materiais não metálicos e metálicos que representam respectivamente 8,9% e 11,5% deste total (INE, 2009) (ver figura 2.8).

Para uma análise mais completa sobre os impactes ambientais de um edifício, e apesar de sua complexidade, deve considerar-se, também, a energia incorporada, conhecida por PEC - Primary Energy Consumption. Esta componente (referida em relação aos consumos de materiais de construção), trata-se de energia consumida em actividades indirectamente ligadas à produção de materiais de construção, como seja nos processos de extracção, no transporte de matérias – primas e na produção de outros sub-componentes dos materiais finais.

Quanto aos consumos de energia, associados à indústria da construção, podem considerar-se os consumos directamente ocorridos em obra, bem como os indirectos, ou seja, aqueles consumos que já se encontram vinculados a um dos sectores da economia (e que será analisado a seguir), ou seja, o sector dos transportes. Os directos referem-se aos consumos relacionados com as infra-estruturas dos estaleiros e as diversas maquinarias, e que assim, poderão ser facilmente controlados e acompanhados.

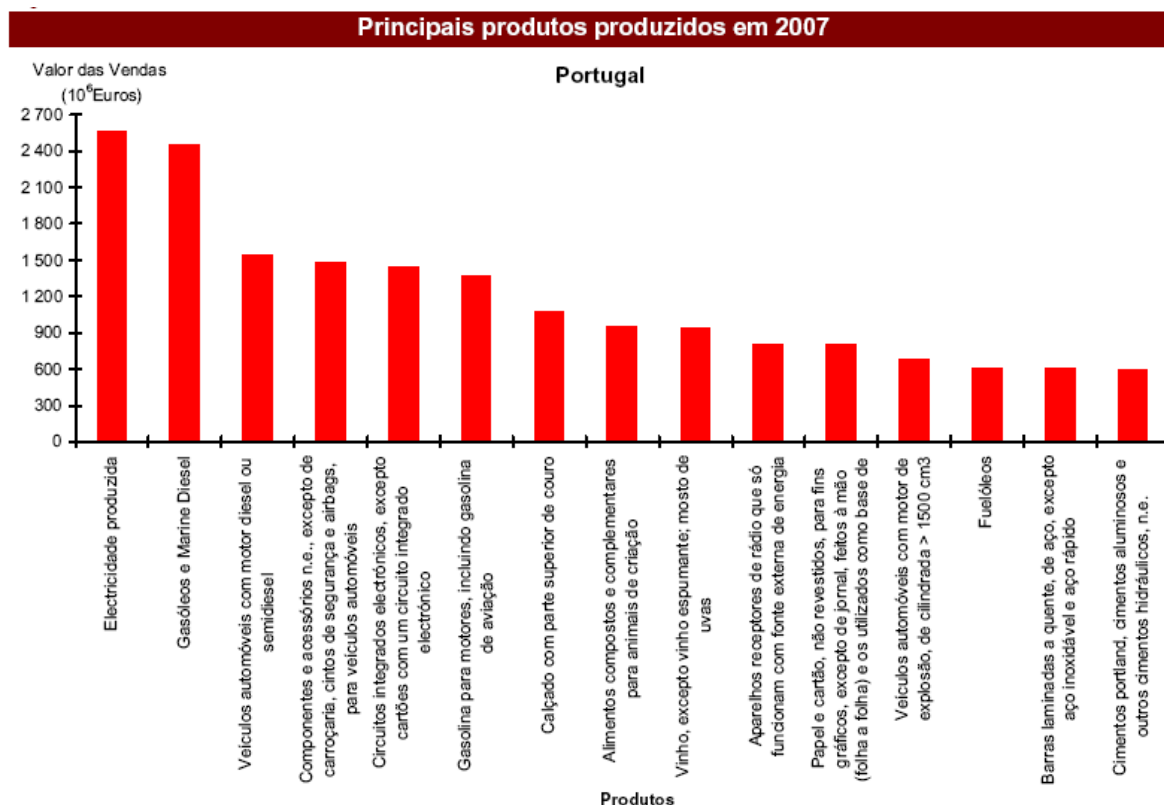


Figura 2.8- Principais produtos produzidos em 2007 (Fonte: INE, 2009).

**Sector dos transportes:** Além da elevada utilização de meios de transporte menos sustentáveis (rodoviário) em detrimento dos ferroviários e marítimo/fluvial, este sector é um dos principais contribuidores para o consumo de energia durante a construção de um edifício, no que se refere ao transporte de equipamentos, materiais e resíduos. Este facto vem contribuir para a sua classificação como o principal consumidor de energia do País.

O controlo dos consumos provenientes do sector dos transportes durante a fase de construção é bastante complexo de ser reportado, principalmente em edifícios de grandes dimensões. Esta situação verifica-se devido ao grande número de intervenientes na obra (contratantes e subcontratantes), bem como da dificuldade em controlar as entradas e saídas de camiões na obra, os tipos de combustíveis utilizados, cargas transportadas e percursos realizados (elementos fundamentais para se efectuar o controlo dos consumos e de emissões).

No entanto, a construção pode influenciar positivamente a redução do seu impacto, quer seja através da escolha de fornecedores locais, quer seja através de escolhas de materiais de construção mais leves e de uma gestão eficiente dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD). Desta forma, conseguir-se-á a obtenção de resultados directamente em obra, quer através da redução da pressão do edifício, como também, na redução da utilização de combustíveis fósseis.

**Sector doméstico e serviços:** A energia consumida durante a fase de utilização de edifícios (habitações e serviços) é responsável por 40% de toda a energia consumida na Europa. Esta situação, em grande parte, é resultante do consumo excessivo de determinados equipamentos introduzidos nos edifícios para o devido funcionamento dos empreendimentos, e que estão normalmente associados às componentes de iluminação, arrefecimento e aquecimento (ambiente e águas quentes). O gráfico (figura 2.9), abaixo representado, refere-se ao consumo energético de um Centro Comercial. É importante ressaltar, que este representa um dos empreendimentos da empresa onde decorreu esta investigação, e que à frente será analisado detalhadamente.

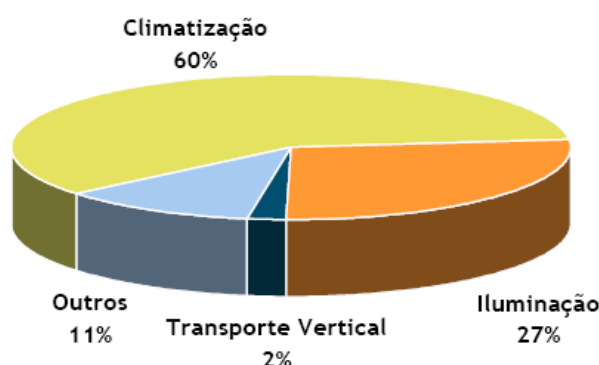


Figura 2.9- Consumo de energia num Centro Comercial típico (A.Ramalhão,2007) .

Conforme pode ver-se no gráfico, os principais consumos energéticos concentram-se em recursos que procuram determinar uma melhoria do conforto dos ocupantes (climatização e iluminação), e que muitas vezes, esse objectivo acaba por não ser garantido pelos espaços construídos. A concretização do conforto em conjugação com a diminuição dos consumos energéticos, poderá ser alcançada através de um projecto bem concebido, com adequada orientação solar, aproveitamento da ventilação e iluminação natural, estruturado estudo de sombreamento, bem como, através do reforço da implementação de outras medidas solares passivas.

No entanto, a situação em Portugal tem-se caracterizado, durante os últimos anos, por uma construção que tem demonstrado uma deficiente acção na componente de Projecto, o que originou uma crescente procura de sistemas de climatização. O aumento da produção destes equipamentos encontra-se associado a um maior poder de compra verificado nos últimos doze anos, e que inevitavelmente, implica um incremento do grau de exigência dos utilizadores em matéria de conforto. O cruzamento das diferentes situações de mercado no sector da Construção em Portugal provocou um acréscimo de 12% no custo energético, sendo esta a maior taxa de crescimento energético no conjunto de todos os sectores da economia nacional (RSECE, 2006).

### 2.2.3 Consumo de água

A água é um recurso natural indispensável à vida humana, e de extrema importância para todos os sectores da economia, sendo a principal base socioeconómica de um país. A ineficiente gestão e utilização da água através da inapropriada actividade humana e dos diversos sectores da economia, poderá causar consequências sobre a biosfera, e até mesmo, restringir a capacidade potencial de um país em determinar políticas e estratégias para a sustentabilidade, tais como, as iniciativas na área das energias renováveis ou associada aos processos de reciclagem.

Um exemplo concreto, entre a relação directa do recurso água e a política de energias renováveis, verifica-se através do potencial de produção de energia hidroeléctrica no país, pois essa representa aproximadamente 50% (4.578 MW em 9.102MW) do total de produção por fontes renováveis (Apren, 2010). Esta situação poderá ser constatada sempre que num determinado período suceda uma redução no índice de pluviosidade (consequentemente nos níveis dos rios), fazendo com que um país tenha que recorrer à importação de combustíveis fósseis (83,3% exportados em 2008) (DGEG, 2010), provocando assim um aumento das emissões de CO<sub>2eq</sub> no mesmo ano.

Outro exemplo em que se evidencia a dependência do recurso água, ocorre durante a produção de materiais de construção (por exemplo o betão), ou seja, num processo de transformação química em que a água é parte essencial na constituição dos aglomerantes.

Em termos gerais, os principais consumidores de fontes hídricas em Portugal encontram-se na agricultura (87%), abastecimento urbano (8%) e Indústria (5%). No entanto, de uma perspectiva económica (que representa 1,68% do PIB do País), os encargos associados com o consumo de água para o abastecimento urbano, tornam-se os mais expressivos, ou seja, representando assim 58%, enquanto a agricultura é responsável por 28% e a Indústria responsável por 26% dos encargos totais (LNEC, 2001) (ver Figura 2.10).

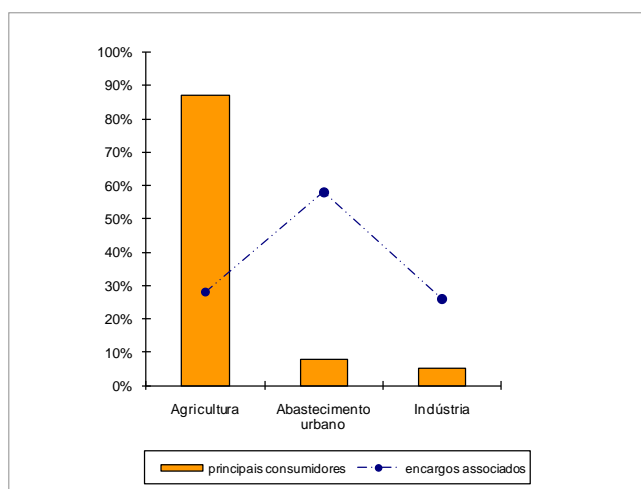


Figura 2.10 - Principais consumidores e encargos totais, relacionado ao consumo da água em Portugal (Fonte: LNEC, 2001) (adaptado).

Um dos aspectos fundamentais na análise do consumo da água não está somente associado ao consumo descontrolado de um recurso limitado, mas também às perdas causadas durante os processos de abastecimento, transporte e tratamento, bem como, à existência de sistemas pouco eficientes. Este tipo de perdas corresponde aproximadamente a 50% dos consumos nos diferentes sectores, e aproximadamente a 0,68% do PIB do país, que é igualmente desperdiçado (figura 2.11).

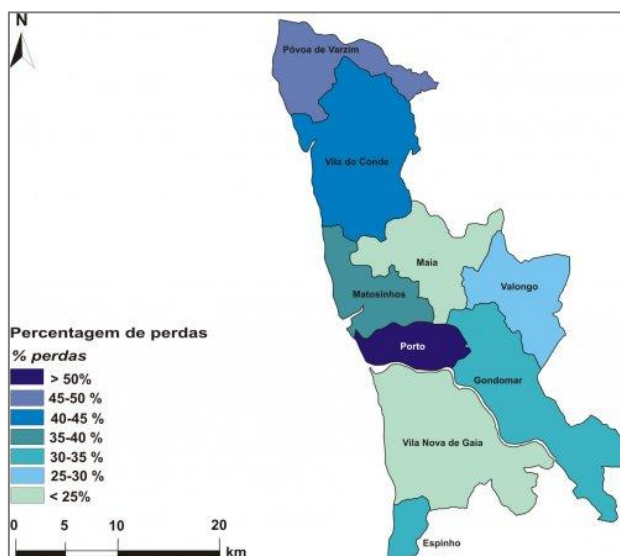


Figura 2.11 - Perdas de água durante os processos de abastecimento no Grande Porto (Fonte: Futuro sustentável, 2008).

Na vertente edifícios, ao considerar-se que apenas uma percentagem residual do abastecimento público é utilizada para as necessidades vitais (hidratação e alimentação) (cerca de cinco litros), a grande parcela do consumo é dedicado à função de limpeza (“veículo disperso de resíduo”), constata-se que a situação de desperdício de um bem essencial se manifesta de forma irresponsável em relação a toda a sociedade. Um exemplo concreto desta afirmação pode ser comprovado através de um estudo realizado pela Agência Municipal de Energia e Ambiente de Lisboa (Figura 2.12, 2.13 e 2.14), onde se apresenta o actual cenário de utilização da água na capital do País.

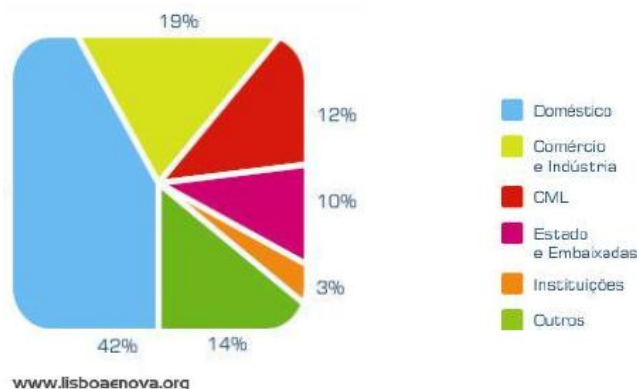


Figura 2.12 - Consumo de água potável em Lisboa (Fonte: Lisboa e-nova, 2007).

Distribuição dentro do domicílio	Consumo	
	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	%
Duches	15.000	49
Autoclismo	6.800	22
Torneira da casa de banho	3.100	10
Máquina de lavar roupa	1.900	6
Lavar a loiça à mão	1.800	6
Torneira da cozinha	1.600	5
Outros	700	2
<b>Total</b>	<b>30.900</b>	<b>100</b>

Figura 2.13 - Análise do consumo doméstico (Fonte: Lisboa e-nova, 2007).

Distribuição	Consumo	
	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	%
Jardins	5000	55
Lavagem de Ruas	2000	22
Outros	750	8
Chafarizes e Bebedouros	550	6
Escolas e Blocos Escolares	300	3
Piscinas	200	2
Bombeiros	200	2
Serviços Administrativos	200	2
<b>Total</b>	<b>9.200</b>	<b>100</b>

Figura 2.14 - Análise do consumo de água potável realizado pela Câmara Municipal de Lisboa (Fonte: Lisboa e-nova, 2007).

Como poderá ser observado, grande parte dos consumos habitacionais são direccionados para os duches e descargas de autoclismo. Quanto ao consumo não habitacional, este é, maioritariamente, resultante dos sectores da restauração e hotelaria, bem como relativo às actividades da Câmara Municipal de Lisboa, onde, grande parte do consumo, é direccionado para a rega e lavagem das ruas. Ou seja, parte substancial do uso de água poderia resultar directamente do aproveitamento local das águas das chuvas e cinzentas, de forma a evitar-se a utilização de água potável para esse tipo de actividades. Uma outra medida para a minimização do impacto com o desperdício de água em relação a determinadas actividades (lavagens e rega), seria através da utilização de sistemas e equipamentos mais eficientes, garantindo assim uma maior optimização na gestão do recurso água, e sem acarretar quaisquer efeitos negativos na diminuição de outros consumos vitais associados à qualidade de vida e à saúde pública.

#### 2.2.4 Consumo dos materiais

O impacto dos edifícios no que se refere ao consumo de materiais é inegável. Com base em diferentes estudos, verifica-se que a indústria da construção a nível mundial é responsável por aproximadamente 75% dos recursos extraídos (sendo grande parte, materiais não renováveis)

(John et al, 2007). Numa escala nacional, conforme um estudo realizado pelo Instituto Nacional de Estatística (INE) entre os anos 1990/2000, Portugal extraiu cerca de 136 milhões de toneladas de materiais, além de 52 milhões de toneladas que foram importados.

Para além da extracção dos recursos naturais, o consumo de materiais tem sido associado à poluição da água e dos solos durante o seu processo de fabricação, além de emissão de elevados níveis de gases poluentes, durante as diferentes fases do seu ciclo de vida (extracção, produção, transportes, utilização e deposição). Um exemplo concreto destaca-se na produção de cimento Portland que representa 6 % das emissões de CO<sub>2eq</sub> no Mundo (John V.M., 2003).

Outro factor determinante, e não menos importante, refere-se à “Mochila ecológica” que está associada a extracção dos recursos. A “Mochila ecológica” representa a quantidade total de materiais que foram removidos/extraídos da sua localização natural, com o intuito de obter um produto final (DGRC, 2009). Como exemplo, apresenta-se o alumínio que tem uma “mochila ecológica” proporcional de 1:85, ou seja, é necessário extrair 85kg de outros materiais (que nem sequer serão utilizados) para extrair 1 kg de alumínio. Para melhor compreensão desta terminologia, apresenta-se a seguir a figura 2.15 e a tabela 2.1, com a descrição de diversos exemplos.



Figura 2.15 – Cartoon referente a “mochila ecológica” associada a um anel de ouro (Fonte: [www.seppo.net](http://www.seppo.net)).

Tabela 2.1- Mochila ecológica associada a 1 kg do produto final (Fonte Pinheiro M., 2006).

Material	Mochila ecológica (kg)
Aço	21
Alumínio	85
Alumínio reciclado	3,5
Ouro	540 000
Diamante	53 000 000

Para concretizar a minimização dos impactes associados aos materiais é essencial encontrar soluções assentes na definição de critérios para uma adequada selecção sustentável. Na prática, estas acções são bastante dificultadas, como se poderá verificar abaixo, devido aos seguintes motivos (John et al, 2003):

- Peculiaridades dos produtos,
- Complexidade dos processos e variáveis ao longo do ciclo de vida,
- Complexidade das questões ambientais, sociais e económicas,
- Apenas um reduzido número de empresas fabricantes fornecem informações ambientais dos seus produtos.

Ou seja, além dos impactes advindos deste consumo, verificam-se muitas dificuldades decorrentes de um mercado ainda pouco preparado para responder às necessidades, de forma a que a escolha dos materiais seja realizada conscientemente e através de critérios sustentáveis.

### 2.2.5 Produção de resíduos

Os edifícios são responsáveis directos e indirectos na produção de resíduos, que se verifica desde a produção de sua matéria-prima até ao desmantelamento, no entanto, é na fase de construção e na utilização que se verificam os seus principais impactes.

De acordo com estudo realizado pelo Eurostat (2003), os resíduos de construção e demolição (RCD) são responsáveis por aproximadamente 22% dos resíduos produzidos na União Europeia, ou seja, de acordo com os dados obtidos no referido período, dos 1,3 mil milhões de toneladas de resíduos produzidos (excluindo resíduos agrícolas), pode dizer-se que 290 milhões de toneladas são resíduos de Construção e Demolição, ou seja, em média 3,5 toneladas por habitante por ano.

Além da elevada produção de resíduos reportados pela União Europeia, os principais problemas encontram-se na gestão ineficiente e no fim de vida inapropriado proporcionado a estes elementos. Na tabela abaixo, é possível evidenciar que mais de 60% dos resíduos, durante dez anos consecutivos, foram reencaminhados para aterros sanitários e para incineração, sendo que a parte significativa poderia ter sido atribuído outro fim, através da reutilização, reciclagem, e produção de energia por meio da biomassa e o biogás.

Tabela 2.2 - Destino final dos resíduos produzidos na Comunidade Europeia entre 1996 e 2006 (Fonte PERSUII, 2007).

Resíduos Produzidos (EU)	Encaminhados para Aterro	Encaminhados para Incineração
1996	60%	14%
2006	41%	19%

É inadiável consciencializar todos os "stakeholders" de que os resíduos devem ser vistos como recursos, e que os seus produtores devem ser responsáveis por desencadear a sua adequada reintegração na cadeia de valor de ciclo de vida. (Figura 2.16)



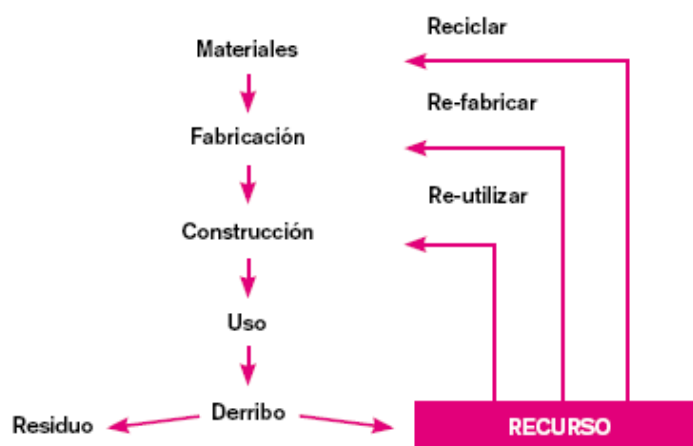


Figura 2.16 – Ciclo-de-vida dos materiais (Fonte: ITEC, 2006) .

As iniciativas europeias e nacionais na definição de importantes passos, de onde se poderão verificar mais à frente, neste mesmo capítulo (secção 2.3.3), os regulamentos Europeus e Nacionais, estão muito aquém da necessidade face ao ritmo desordenado dos resíduos produzidos, tal como se verifica através do aumento do número de aterros sanitários com vida útil cada vez mais reduzidos (devido a elevada carga recebida diariamente) (ver tabela 2.3).

No que concerne aos Resíduos de Construção e Demolição (RCDs) a situação é ainda mais crítica, pois ainda existem reduzidas acções de controlo e de recomendações que promovam a adequada valorização e eliminação dos resíduos. Facto que se verifica até mesmo pela morosidade em legalizar e viabilizar unidades de tratamento de reciclagem, o que vem resultar na existência de pontuais e dispersas unidades de tratamento licenciadas para recepção e valorização destes resíduos (Apambiente, 2009).

Tabela 2.3 – Vida útil dos aterros e por sistema no final do ano de 2004 (Fonte: PERSUII, 2007).

VIDA ÚTIL (ANOS)	SISTEMAS MULTIMUNICIPAIS	SISTEMAS INTERMUNICIPAIS	TOTAL DE ATERROS
0	-	AMAVE (Santo Tirso e Guimarães), AMTRES	3
2 a 4	SULDOURO, VALORLIS, ERSUC (Aveiro e Figueira da Foz), ÁGUAS DO ZÉZERE E COA	VALE DO SOUSA (Penafiel)	6
> 4	VALORMINHO, RESULIMA, BRAVAL, RESAT, REBAT, VALNOR, ERSUC (Coimbra), RESIOESTE, AMARSUL (Seixal e Palmela), VALORSUL, RESIDOURO, ALGAR (Loulé e Portimão)	LIPOR, VALE DO DOURO NORTE, RESÍDUOS DO NORDESTE, PLANALTO BEIRÃO, VALE DO SOUSA (Lousada), RAIA/PINHAL, RESIURB, RESITEJO, AMARTEJO, AMDE, AMCAL, AMAGRA, AMALGA	27

Nota: Os aterros dos sistemas AMAVE e AMTRES encontram-se encerrados; o aterro de Trajouce já foi selado.

Outras dificuldades estão relacionadas com as próprias características destes resíduos, que além da elevada quantidade de produção (devido ao crescente aumento da actividade da construção civil

e de método construtivo aplicado), se constituem como elementos não homogéneos e bastante diversificados, o que vem dificultar o controlo e a triagem em obra, bem como a classificação (conforme o código LER<sup>6</sup>) e quantificação destes resíduos nesta mesma fase, além da escolha de um espaço destinado para o seu armazenamento (conforme definido no DL 46/2008 de 12 de Março).

Neste enquadramento, as medidas de controlo e de redução de resíduos são essenciais, e estas devem ocorrer desde as fases iniciais do projecto, de forma que as decisões quanto à escolha de materiais e de sistemas construtivos sejam realizadas em prol da minimização de desperdício, reutilização e reciclagem dos materiais. Muitas destas boas práticas vão de encontro à nova regulamentação, criada de forma a promover a correcta gestão e o reaproveitamento dos resíduos de construção e demolição, recentemente desenvolvida e designada pelo Decreto-lei 46/2008 de 12 de Março. Este Decreto-Lei define metodologias e práticas a adoptar em fase de projecto e obra, de forma a minimizar e reaproveitar os resíduos em obra (incluindo solos e rochas não contaminados). Além do cumprimento dos Regulamentos acima mencionados, aconselham-se as seguintes medidas de actuação:

Em fase de projecto:

- Favorecer a escolha de materiais e sistemas pré-fabricados com tamanhos standardizados.
- Evitar a utilização de materiais compósitos.
- Privilegiar a fixação de materiais de forma mecânica ao invés da ligação química, ou seja, utilização de pregos e parafusos em vez de colas.
- Escolher materiais com conteúdo reciclado.
- Escolher materiais que sejam duráveis, renováveis e recicláveis.

Em fase de construção:

- Prever, no estaleiro, uma área central para corte e armazenamento de fragmentos por forma a possibilitar a sua reutilização.
- Armazenar materiais em locais seguros, secos e localizados acima do nível do chão, e prevenir o contacto com materiais que possam causar corrosão, descoloração ou manchas.
- Utilizar métodos, em estaleiro, de forma a que os materiais de trabalho possam ser reutilizados em outras obras (por exemplo, utilizar parafusos e não pregas para fixação).

---

<sup>6</sup> LER - Lista Europeia de Resíduos.

- Exigir dos subcontratados, propostas de planos para a minimização de desperdícios, incluindo todas as fases do processo de gestão de resíduos, como seja, o armazenamento, a distribuição, a manipulação, a embalagem, a protecção, o corte e a reciclagem.
- Reduzir o desperdício com embalagem, procurando fornecedores que distribuam, materiais de forma segura com o menor desperdício possível, e através de embalagens mais sustentáveis (exemplo: tiras de papel em substituição de espuma).

Além das medidas citadas, a formação e as sessões de esclarecimento para trabalhadores são essenciais para o sucesso desta gestão.

Em fase de operação:

- Deverá ser previsto (desde a fase de projecto) a melhor logística e espaços destinados à separação, armazenamento e transporte dos resíduos;
- Promover mecanismo de comunicação entre utilizadores de forma a maximizar a valorização dos resíduos produzidos.

#### **2.2.6 Qualidade do ar interior**

A preocupação com a qualidade do ar interior é recente e ainda incipiente em alguns países, pois muito pouco tem vindo a ser argumentado sobre o impacto da má qualidade do ar interior, responsável pelos elevados índices de alergias (cerca de 20 a 30% da população europeia), distúrbios neuro-psiquiátricos, Doença do Legionário, afecções cutâneas e em casos mais fatais, o cancro do pulmão.

Desde a Revolução Industrial que os problemas de intoxicação se tornaram presentes, mas não suficientemente evidentes quando comparados com outros considerados bastante mais relevantes, como a exploração principalmente de mulheres e crianças, falta de condições de trabalho, falta de higiene e elevada carga horária. Após uma fase de reivindicações e protestos foram ocorrendo alterações significativas a partir do século XIX, gerando assim melhorias nas condições de trabalho. No entanto, é no século XX que se verificam mais claramente as transformações.

Progressivamente, o homem, na execução da função laboral vai-se arredando cada vez mais da componente física, passando por desenvolver cada vez mais um tipo de trabalho de cariz intelectual, normalmente em espaços fechados e usufruindo dos novos edifícios climatizados. E é a partir daqui que as consequências da má qualidade do ar interior se tornam mais evidentes, conhecida pela denominação inglesa como “*Sick Building Syndrome*”, aumentando assim os acidentes de trabalho e os problemas de saúde dos trabalhadores, com impactos económicos negativos. De acordo com a Agência de Protecção Ambiental (EPA) dos EUA:

*“Foi estimado que o custo do ar contaminado, resulta num custo médico de aproximadamente mil milhões de dólares por ano e o custo do empregador é de aproximadamente sessenta mil milhões de dólares por ano, com empregados que adoecem e diminuem a produtividade”(EPA, 2003).*

Isto é revelador, não somente em ambientes de trabalho, mas também em residências, escolas, hospitais, hotéis, e demais construções. As suas consequências, nestes locais, são também bastante evidentes:

*“40% das crianças desenvolverão problemas respiratórios, devido, em parte, aos produtos químicos utilizados na construção de residências e devido ao processo vicioso do ar-condicionado” (Jornal Inglês de Medicina, 2003).*

*“Secondhand smoke cause lung cancer in adult non smokers and impairs the respiratory health of children. Only 15 other substances, including asbestos, benzene and Radon, carry the group A carcinogen designation” (EPA, 1993).*

Estes relatos somente vêm reforçar que a qualidade do ar está directamente relacionada com o tipo de construção, da escolha dos materiais, dos produtos de conservação e manutenção, da irregular (muitas vezes ausente) monitorização /manutenção dos sistemas de climatização e da contradição destes com medidas de isolamento para a melhor eficiência energética (afinal necessárias, mas que deveriam ser geridas em conjunto, para assegurar o mínimo de qualidade do ar no interior dos edifícios).

Desta forma, verifica-se que o impacto ambiental da construção é determinante, quer seja numa perspectiva global, quer seja numa perspectiva do seu futuro utilizador. De acordo com um estudo promovido pela Agência de Protecção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), o ar interior em novas habitações é dez vezes mais poluidor que o ar exterior.

Assim, conclui-se que, além de medidas de monitorização e fiscalização de sistemas de climatização, é preciso melhorar a qualidade do ar interior no sector da construção, quer através de medidas sustentáveis aplicadas em diferentes fases de projecto, quer no controlo dos efeitos em todo o processo da construção.

### **2.3 O efeito da mudança – Contextualizando a Construção Sustentável**

Os esforços para inverter o actual cenário das alterações climáticas devem ser realizados no âmbito global. Ou seja, a sua acção eficaz depende da alteração do modo de consumo actualmente instalado em países desenvolvidos e na mudança antecipada do comportamento em países em

desenvolvimento, onde se estima que as suas emissões de gases poluentes irão ultrapassar as dos países desenvolvidos até 2020.

Com base nos impactes descritos na secção 2.2, é evidente que parte desta mudança deverá passar pelo sector da construção e pela responsabilidade que será imposta aos diferentes “*stakeholders*” envolvidos nesse processo.

Esta mudança passa pela identificação dos possíveis impactes e pela definição de métodos e de novas tecnologias que possam minimizar danos e desequilíbrios provocados. No entanto, o mais importante é ainda a própria mudança da mentalidade, que deverá estar incutida principalmente no promotor imobiliário, no projectista, no empreiteiro, no investidor e no cliente final. O investidor e cliente final têm aqui um papel crucial em tornar o mercado da construção mais exigente, responsável e sustentável. Neste sentido, caminham também as autoridades públicas e as autarquias através de uma definição estratégica e legislativa visando o respectivo enquadramento por via de directivas e Regulamentos Nacionais, além de entidades multilaterais (EU, Banco Mundial, PNUD), que funcionam como impulsionadores deste novo paradigma, com a introdução de novos modelos de financiamento ou mesmo de apoio ao investimento directamente suportado, de forma parcial.

É neste contexto que serão apresentadas de seguida, algumas acções desenvolvidas a nível Global, Europeu e Nacional, bem como a própria definição do conceito que vem caracterizar e enquadrar esta mudança necessária e inadiável, ou seja, a sustentabilidade aplicada à construção.

### 2.3.1 Propostas e acções a nível Global

Reconhecer que a degradação do meio ambiente está directamente relacionada com a actividade humana e o seu modelo económico, foi o primeiro passo para criar ambientes de discussão em relação à necessidade de desenvolver formas de actuação para um desenvolvimento socioeconómico positivo sem que este prejudique os recursos naturais e futuras gerações.

Nesse sentido, apresentam-se infra, por ordem cronológica, as primeiras e decisivas iniciativas e consequente discussão, que deram lugar a um novo conceito, o desenvolvimento sustentável (Figura 2.17).

1968	Conferência intergovernamental, organizada pela UNESCO, para discutir sobre a conservação e uso racional da Biosfera. Dá-se início as primeiras discussões sobre o conceito do desenvolvimento ecologicamente sustentável.
1969	EUA é um dos primeiros países a estabelecer uma legislação nacional ligada à protecção do ambiente.

Figura 2.17 - Principais trajectórias do Desenvolvimento Sustentável (Fonte:IISD, 2009)

1970	Primeiro Dia da Terra ( <b>Earth day</b> ). Estima-se que 20 milhões de pessoas participaram deste movimento em diferentes partes dos EUA.
1971	A organização " <b>Greenpeace</b> " dá os seus primeiros passos no Canadá e lança uma agenda no intuito de travar os perigos globais através de protestos civis e interferências não violentas.
1972	<b>Conferência de Estocolmo</b> , foi uma das primeiras conferências que reuniram diferentes países para falarem sobre a relação do desenvolvimento urbano e o ambiente. Este evento conduziu a formação de Agências Nacionais para protecção do ambiente, bem como para a criação do Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP). Neste mesmo ano, foi publicado pelo Clube de Roma o relatório " <b>Limits to Growth</b> " que fala da relação entre o crescimento socioeconómico frente a degradação do ambiente.
1974	Cientistas constatarem que o uso prolongado de gases CFC podem destruir a camada de Ozono.
1980	Publicação do <b>Relatório Global 2000</b> , que reconhece pela primeira vez a biodiversidade como factor crítico para o próprio funcionamento do ecossistema planetário.
1982	É fundado nos EUA o " <b>World Resources Institute</b> ", que, a partir de 1986, passaram a publicar de dois em dois anos, a avaliação dos recursos mundiais.
1984	Fuga de substância química tóxica na Índia, provoca 10.000 mortes e 300.000 feridos. Conferência Internacional promovida pela O.C.D.E. sobre Ambiente e economia marca os primeiros passos para preparação do Relatório " <b>Our Common Future</b> "
1985	É descoberto por cientistas Americanos e Ingleses, um buraco na camada de Ozono sobre a Antártida.
1986	Acidente na estação nuclear em Chernobyl.
1987	É publicado o Relatório " <b>Our Common Future</b> " ( <b>Relatório de Bruntland</b> ) através deste relatório é definido pela primeira vez o conceito "Desenvolvimento Sustentável". É adaptado o Protocolo de Montreal relacionado as substâncias que destroem a camada de Ozono, através deste tratado, os países signatários comprometem-se em realizar a substituição destes gases.
1988	" <b>Intergovernmental Panel on Climate Change</b> " estabelece a avaliação actualizada de todas as pesquisas socioeconómicas, técnicas e científicas relacionada ao tema do meio ambiente.
1992	<b>Cimeira da Terra</b> , também conhecida como Rio 92, foi a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento que foi sediada no Rio de Janeiro (Brasil). Importantes planos de acções foram definidos neste evento para o desenvolvimento da Agenda 21.
1999	É lançado o primeiro <b>Índice de Sustentabilidade Global</b> . Conhecida por Índice <i>Dow Jones</i> , esta ferramenta providencia um guia para investidores que procuram empresas rentáveis e que seguem os princípios do desenvolvimento sustentável.
2002	<b>Cimeira de Johannesburg</b> , também conhecida como Rio+10, esta conferência foi um importante evento, para a definição de objectivos mais concretos para o funcionamento prático da <i>Agenda 21</i> . <b>Global Reporting Initiative (GRI)</b> , após cinco anos de preparação, são lançadas as directrizes para elaboração de Relatórios de Sustentabilidade.
2005	O <b>Protocolo de Quioto</b> entra em vigor, estabelecendo, entre os países signatários, o compromisso para redução das emissões dos gases que provocam o efeito estufa.
2006	<b>Relatório Stern</b> é publicado e revela que o custo para remediar os efeitos da alteração climática será 20 vezes maior no futuro do que o investimento actualmente necessário.
2007	O IPCC e Al Gore são galardoados com o <b>Prémio Nobel da Paz</b> .
2009	Realiza-se a <b>Cimeira de Copenhaga (COP15)</b> onde inicia-se a discussão visando o enquadramento global para as alterações climática (Pós-quioto).

Figura 2.17 (cont.) - Principais trajetórias do Desenvolvimento Sustentável (Fonte:IISD, 2009)

Dos vários documentos e iniciativas mencionados destacam-se o Relatório de Bruntland, o Protocolo de Quioto e o Protocolo GEE (GHG Protocol), que serão a seguir mais bem detalhados.

*“ O desenvolvimento sustentável que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras ”*

(WCED, 1987)

Relatório de Bruntland: representa o resultado de um estudo realizado pela Primeira-Ministra da Noruega, Dra. Gro Harlem Bruntland, quando esta chefiou a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, e que culminou na apresentação do referido relatório, do qual resultou o principal e o mais conhecido conceito sobre desenvolvimento sustentável (acima referido).

O relatório representa um apelo à acção colectiva, demonstrando que os problemas futuros serão comuns a todos os países (denominado de “tragédia comum”), e que é necessária uma conjugação articulada que se reúna em prol de um desafio comum, quer através de uma forte cooperação internacional, quer pelo desenvolvimento e implementação de mecanismos legais.

Uma parte do relatório focaliza-se na interacção directa entre o ambiente e o desenvolvimento económico e social, bem como incentiva as acções para limitar o crescimento populacional, o desenvolvimento de indústrias com tecnologias ambientalmente responsáveis, a garantia da existência e disponibilidade dos recursos básicos, a redução da utilização dos recursos naturais, a preservação da biodiversidade e dos ecossistemas, e outras medidas definidas como “desafios urbanos”.

Protocolo de Quioto: Através da integração de uma política comum no âmbito das alterações climáticas, o Protocolo de Quioto vem consolidar um compromisso entre Países para reduzir as emissões de CO<sub>2</sub> (dióxido de Carbono) e CO<sub>2eq</sub> (Dióxido de Carbono equivalente). A abertura formal para as assinaturas em relação ao compromisso estabelecido em Kyoto - Japão, ocorreu em 11 de Dezembro de 1997 (após uma primeira discussão ocorrida em Toronto, ainda em 1988). No entanto, somente após 8 anos, e seguido de muitas discussões (um dos importantes eventos foi o ocorrido em Marrakesh - 2001, conhecido como “Acordo Marrakesh”), entrou oficialmente em vigor em 16 de Setembro de 2005 (ou seja, somente após a ratificação de, pelo menos, 55% dos Países, condição base para o avanço do Protocolo). Mais informações relativas aos principais obstáculos para a consolidação, bem como, informações do método de funcionamento definido para a primeira fase (2008-2012) e compromisso pós-quioto (a partir de 2012), poderão ser encontrados no site oficial [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/items/2830.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/items/2830.php).

Protocolo de Gases do Efeito de estufa (GEE): Este protocolo, desenvolvido pelos World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) e World Resource Institute (WRI), define-se por uma metodologia para a preparação de inventariação de emissões de CO<sub>2eq</sub> de empresas e Instituições, tendo como objectivo a sua minimização e compensação de forma voluntária.

Cada vez mais, têm-se difundido estas iniciativas voluntárias no âmbito das alterações climáticas para os sectores da economia não abrangidos na primeira fase (2008-2012) do Protocolo de Quioto (inclusive o sector da construção e dos serviços). Esta iniciativa surge como resposta às exigências de mercado (investidores, parceiros, ONGs, entre outros...) cada vez mais centrados nos temas da sustentabilidade, bem como assentando em estratégias de acção com um elevado factor de diferenciação.

Neste sentido, os impactes das empresas relacionados com as alterações climáticas, têm-se tornado numa fonte de informação fundamental nos relatórios Globais e de sustentabilidade, evidenciando-se assim como um elevado factor de competitividade em processos para a obtenção de fundos (no âmbito da EU ou EIB- European Investment Bank), apoios directos em países em desenvolvimento (Banco Mundial, GEF- Global Environmental Facility), créditos bancários e reconhecimento por parte de clientes e investidores. Mais informações poderão ser encontradas no site <http://www.ghgprotocol.org/files/ghg-protocol-revised.pdf>.

### 2.3.2 Propostas europeias para uma Construção mais sustentável

A nível europeu podem encontrar-se diferentes iniciativas que promovem boas práticas ambientais e energéticas entre os diferentes países. No site oficial da União Europeia<sup>7</sup>, é possível encontrar directivas, actualmente em vigor, temas em discussão e fundos europeus focalizados neste enquadramento. Muitas destas acções vão de encontro ao compromisso assumido pela União Europeia no que diz respeito às alterações climáticas, ou seja, o compromisso de reduzir em 20% o consumo anual de energia primária até 2020 (equivalente a uma redução de aproximadamente 1,5% ao ano).

O facto de os edifícios (comerciais e residenciais) representarem 40% da energia final consumida e 36% das emissões totais de CO<sub>2eq</sub> na UE (COM, 2008), faz com que as principais iniciativas europeias direccionadas para os edifícios estejam relacionadas com a eficiência energética dos mesmos.

---

<sup>7</sup> Site oficial da EU- [http://ec.europa.eu/environment/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/environment/index_en.htm)



É certo que a construção sustentável é muito mais abrangente, ao incluírem outros factores tais como a maior eficiência do consumo da água, biodiversidade, qualidade do ambiente, gestão dos materiais, gestão dos resíduos, entre outros. No entanto, constata-se que muitas das iniciativas europeias que abordam estas temáticas, estão direccionadas para outros sectores, e não especificamente para os edifícios e a sua fase de construção.

Já no que concerne à energia, conforme mencionado, verificam-se importantes iniciativas, que têm como objectivo mobilizar cidadãos, decisores públicos, e outros intervenientes de mercado, como também, designar normas para uma melhor conduta energética. Entre estas, destacam-se algumas iniciativas direccionadas para o edifício:

- Definição da Directiva 2002/91/CE e a sua reformulação, posteriormente denominada EPBD (Energy Performance of Building Directive) – Esta directiva forneceu autonomia aos Estados Membros para actuarem na definição de exigências mínimas de desempenho energético para os edifícios novos e existentes. Em Portugal, esta directiva foi transposta através dos Decretos-Lei 78/2006 de 4 de Abril, DL79/2006 de 4 de Abril e DL80/2006 de 4 de Abril (que mais à frente serão analisados).
- Definição da Directiva 2010/31/CE refere-se a uma reformulação da Directiva 2002/91/CE, relativa a eficiência energética dos edifícios. Nesta Directiva foram introduzidas novas alterações de forma a tornar o documento anterior mais transparente e eficaz. Objectiva-se através deste, cumprir os compromissos assumidos pela União europeia, quer no âmbito do Protocolo de Quioto, quer no compromisso de reduzir até 2020 as emissões de CO<sub>2eq</sub> em 20% (comparado ao ano de 1990).
- Definição da Directiva 92/75/CE – Referente à etiqueta energética nos equipamentos electrodomésticos, nos produtos consumidores de energia, e que deverão ser providos de informação relativo ao consumo da mesma, devidamente representados por uma classificação de A a G (A mais eficiente a G menos eficiente), o objectivo desta directiva é incentivar o maior investimento dos produtores no lançamento de produtos mais eficientes no mercado, bem como, promover novos parâmetros de escolha para os consumidores, ou seja, incentivar a compra de produtos mais eficientes.
- Definição da Directiva 2005/32/CE – Esta directiva define requisitos ecológicos que deverão ser considerados durante a concepção de produtos que consomem energia, de forma a poderem circular em território da União Europeia.

- Definição da Directiva 2004/8/CE – A directiva em causa faz referência à promoção da cogeração, devido à sua capacidade de poupança de energia primária e na redução de perdas na rede (pelo facto de ser descentralizada).
- Financiamento Europeu abrangido pelo programa “*The Intelligent Energy*” – Trata-se de apoios direccionados para promoção e investimento de projectos que promovam o desenvolvimento urbano sustentável e medidas contra as alterações climáticas, bem como, novas tecnologias associadas à eficiência energética. Entre muitos projectos financiados relacionados com edifícios, exemplifica-se o Projecto Green-IT. Este projecto, que integrou instituições de diferentes países, inclusive de Portugal (Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) que integra competências desenvolvidas pelo Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI)), teve como objectivo identificar e promover melhores práticas e a disseminação de ecoprodutos que estabelecessem os critérios de performance necessários para cumprimento da Legislação EPBD.
- Desenvolvimento da iniciativa “Build up” – Esta iniciativa tem o intuito de promover a eficiência energética, através de exemplos práticos verificados em diferentes países membros. O *site* está direccionado para autoridades locais, profissionais da construção e clientes finais.

Estas são algumas das medidas implementadas e que foram transpostas para a realidade dos diferentes países-membros. O objectivo destas acções conjuntas é uniformizar e concentrar esforços no intuito de cumprir as metas assumidas.

Na secção a seguir será retratada a aplicação das directivas nos diferentes países, através da apresentação de um caso concreto, onde se descreve o actual estado da arte em Portugal nesta matéria.

### 2.3.3 Legislação Nacional

Na perspectiva nacional, verificam-se mudanças significativas, bem como o aumento de leis aprovadas no que se refere aos edifícios e à sua relação com o ambiente e bem-estar social. Pode afirmar-se que as medidas no âmbito da eficiência energética, e outras relacionadas com a redução do impacte ambiental em obra (através de DIA<sup>8</sup> e Recape<sup>9</sup>, regulamentos mais rigorosos), foram o culminar destas alterações. A nova legislação em vigor, vem garantir melhor qualidade no modo de

---

<sup>8</sup> DIA- Declaração do Impacte Ambiental

<sup>9</sup> RECAPE - Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução

vida dos seus habitantes, como também faz surgir novos preceitos e parâmetros a terem em conta aquando da aquisição de um imóvel e fracção (principalmente no caso dos escritórios). Verifica-se também, mediante estas novas regulamentações, o aumento da responsabilidade incutida aos Promotores e aos empreiteiros em obra.

Neste sentido, apresentam-se a seguir alguns exemplos de regulamentos em vigor, que vão desde medidas no âmbito da eficiência energética e qualidade do ar ao controlo do ruído. Estes regulamentos, que se apresentam, foram intencionalmente seleccionados, pois vão de encontro aos critérios de sustentabilidade que serão mais à frente analisados no âmbito deste trabalho.

#### No âmbito da Biodiversidade:

- Recape (Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução) – De acordo com a Portaria 330/2001, toda a Análise de Impacte Ambiental (AIA) que seja realizada em fase de estudo prévio ou anteprojecto, deverá apresentar, à entidade licenciadora e competente (neste caso a Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR)), o projecto de execução com todas as recomendações da respectiva DIA (Declaração do Impacte Ambiental), e que se refere à decisão do procedimento da AIA, a ser emitida pelo Ministério do Ambiente ou órgãos competentes.

#### No âmbito da energia:

- RCCTE – Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (Decreto-Lei 80/2006 de 4 de Abril), este regulamento refere-se a uma revisão do RCCTE aprovado pelo Decreto-Lei nº 40/90 de 6 de Fevereiro. Possui no âmbito da sua aplicação os edifícios residenciais ou não residenciais sem sistemas de climatização centralizados. Através do RCCTE é possível prever a quantidade de energia que será consumida anualmente pelo edifício, para situações de referência, tendo em conta os seguintes parâmetros:
  - A quantificação de valores relativos às necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (N<sub>ic</sub>), para arrefecimento (N<sub>vc</sub>), para produção de águas quentes sanitárias (N<sub>ac</sub>), bem como das necessidades globais de energia primária (N<sub>tc</sub>) que não podem exceder um limite admissível de energia primária (N<sub>t</sub>), fixado no artigo 15.º do mesmo regulamento.
  - Em condições específicas, a definição dos coeficientes de transmissão térmica (lineares e superficiais) da envolvente do edifício, a classe de inércia térmica, o factor solar dos vãos envidraçados e a taxa de renovação do ar.

O país passa a ser identificado através de três diferentes zonas climáticas de Inverno (I1, I2 e I3) e outras três de Verão (V1, V2, V3) que poderão ser verificadas no Anexo III do mesmo regulamento. Esta classificação será fundamental para a definição de graus-dias (GD), que juntamente com o factor de Forma (FF), são elementos integrantes para a definição dos valores limites para aquecimento (Ni), arrefecimento (Nv) e para as águas quentes sanitárias (Na). Os valores resultantes da referida metodologia são então comparados com os valores nominais estabelecidos pela Legislação.

- RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (Decreto-Lei 79/2006 de 4 de Abril), referindo-se a uma revisão do RSECE anteriormente aprovado em 7 de Maio de 1998 - Decreto-Lei 118/1998 ). Este regulamento destina-se aos edifícios novos e aos existentes (com mais de 1000m<sup>2</sup>, ou 500m<sup>2</sup> no caso de piscinas, supermercados...), com potência instalada para climatização superior a 25KW (seja residencial ou não residencial).

Os parâmetros de caracterização do referido regulamento são definidos pelos seguintes indicadores:

- **Caracterização energética:** definida pela energia primária ou final por metros quadrados de área útil por ano (Kgep/m<sup>2</sup>/ano) ou pelo factor de emissão de CO<sub>2</sub> por metro quadrado de área útil por ano, anualmente actualizados pela DGGE (Direcção Geral de Geologia e Energia).
- **Indicadores de Eficiência Energética:** nomeadamente a Potência instalada e a Eficiência nominal de componentes.
- **Indicadores de Qualidade do ar interior:** definida pela taxa de renovação do ar, pela concentração de gases, presença de microrganismos e partículas em suspensão.

Além dos indicadores acima citados, através do regulamento do RSECE são disponibilizados os seguintes:

- Métodos de cálculo para a obtenção do Indicador de Eficiência Energética (IEE) de um empreendimento. Este valor é calculado com base nos diferentes consumos do edifício num ano, tendo em conta os factores de correcção climática (conforme anteriormente mencionado no RCCTE).

- Tabela com valores limites dos consumos globais específicos em função da tipologia do edifício.
- Definição dos requisitos e exigências quanto ao conforto térmico de referência e qualidade do ar interior.
- Estabelece a obrigatoriedade de inspecções e auditorias periódicas dos equipamentos.

Outro tipo de informação bastante relevante para ser mencionada, está relacionada com a introdução do sistema de energias alternativas em edifícios. Conforme descrito no artigo 32º, caso se verifique um retorno de investimento inferior a oito anos, e a viabilidade económica seja comprovada, este sistema deverá ser contemplado. O mesmo se aplica à realização de um estudo de viabilidade económica dos sistemas de co-geração em alguns tipos de edifícios com mais de 10.000m<sup>2</sup> de área útil (Artigo 27º, ponto 7).

Todos os elementos do RCCTE e do RSECE são fundamentais para a obtenção da classificação energética de um empreendimento, conforme poderão ser verificados a seguir.

- SCE – Sistema de Certificação Energética e da Qualidade do ar interior (Decreto-Lei 78/2006 de 4 de Abril) – Este sistema vem assegurar a aplicação regulamentar do RCCTE e do RSECE, no âmbito do desempenho energético e da qualidade do ar interior. Este regulamento aplica-se a diferentes situações, tais como:
  1. Edifícios novos, e existentes sujeitos a grandes intervenções;
  2. Edifícios de serviços existentes sujeitos a auditorias periódicas;
  3. Edifícios existentes durante processos de vendas e/ou arrendamento.

A gestão do referido sistema é realizada pela Agência para a Energia (ADENE), sob a supervisão da DGGE e do Instituto do Ambiente. Entre outras funções, a ADENE possui a responsabilidade de formar e fiscalizar os peritos qualificados, que, por sua vez, têm a função de proceder à análise de todos os trâmites necessários para emitir o respectivo certificado energético e da qualidade do ar interior dos edifícios, bem como planos de melhoria e auditorias periódicas.

Além do cumprimento regulamentar, o SCE tem como objectivo as seguintes acções:

- 1- Assegurar e divulgar aos utentes, bem como potenciais moradores, o desempenho energético do edifício, através de uma classificação de fácil interpretação, identificada por A+ (maior eficiência) a G (menor eficiência). No caso do Modelo de Certificado

Energético para edifícios abrangidos pelo RSECE, esta classificação é fundamentada pelas necessidades anuais do edifício com base em valores nominais regulamentares ( $IEE_{nom}$ ) e comparado com o valor máximo regulamentar (definido para cada tipologia), denominada por  $IEE_{ref}$

- 2- Fornecer, através do Certificado a ser emitido, informações detalhadas do edifício, desde os materiais construtivos utilizados até à identificação parcial dos diferentes consumos energéticos do mesmo (expresso em quilograma equivalente de petróleo por ano ( $K_{gep}/ano$ )), nomeadamente: sistema de climatização, iluminação, Água Quente Sanitária (AQS), e outros consumos, incluindo equipamentos. Além disso, através destes certificados, é possível obter informações sobre os principais resultados monitorizados durante as auditorias de qualidade do ar interior.
  - 3- Identificar, ainda através do referido certificado, a eventual utilização de energias renováveis, bem como, a descrição de medidas de melhoria energética aconselhadas para o respectivo empreendimento.
- Decreto-Lei 363/2007 de 2 de Novembro (alterado pelo DL 118-A/2010 de 25 de Outubro) e Decreto-lei 225/2007 de 31 de Maio – Estes diplomas incentivam a utilização de energias renováveis descentralizadas, tais como os sistemas de microgeração aplicados em edifícios. O primeiro regulamento está direccionado para moradias e condomínios e o segundo, encontra-se também direccionado para serviços, comércio e indústrias.

#### No âmbito da Qualidade do Ambiente Interior/Exterior:

- Regulamento Geral do Ruído (Decreto-lei 9/2007 de 17 de Janeiro)– O regulamento em causa aplica-se a actividades ruidosas (sejam estas permanentes ou temporárias) e outras formas de ruídos susceptíveis de causar incómodo. Passam a considerar-se os seguintes valores de exposição (ver tabela 2.4) :

Tabela 2.4- Níveis limites de ruídos definidos pelo Regulamento Geral do Ruído.

Zonas / níveis limites de ruídos	Valores limites de $L_{den}$	Valores limites $L_n$
	(níveis dia-entardecer – noite)	(níveis noite)
Zonas mistas	65dB (A)	55dB (A)
Zonas sensíveis	55dB (A)	45dB (A)
No caso da ausência de classificação das zonas	63dB (A)	53dB (A)

- Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) (Decreto-lei 129/2002 de 11 de Maio) – Este regulamento define requisitos para diferentes tipologias de edifícios, de forma a garantir a adequada qualidade da acústica dos mesmos. No caso da construção de edifícios comerciais e de serviços deverão ser cumpridos os requisitos de isolamento definidos no artigo 6º deste regulamento.
- Decreto-Lei 181/2006 de 06 de Setembro (transposição da directiva 2004/42/CE) – Este diploma tem o objectivo de estabelecer o limite do teor de COVs (Compostos Orgânicos Voláteis) das tintas e vernizes, como forma de redução da poluição atmosférica. Esta legislação define os limites máximos de teor destas substâncias (gramas de COVs por litro do produto pronto a utilizar) a serem cumpridos em duas fases distintas, uma primeira fase em 2007 e uma segunda em 2010 (ver tabela 2.5).

Tabela 2.5- Produtos abrangidos e teores máximos de COVs.

Subcategoria de produto		Tipo	Fase I (g/l)* 1/1/2007	Fase II (g/l)* 1/1/2010
<b>a</b>	Tintas mate para paredes e tectos interiores (brilho inferior ou igual a 25, a 60°)	Base aquosa	75	30
		Base solvente	400	30
<b>b</b>	Tintas brilhantes para paredes e tectos interiores (brilho superior a 25, a 60°)	Base aquosa	150	100
		Base solvente	400	100
<b>c</b>	Tintas para paredes exteriores de substrato mineral	Base aquosa	75	40
		Base solvente	450	430
<b>d</b>	Tintas para remates e painéis interiores/exteriores de madeira ou metal	Base aquosa	150	130
		Base solvente	400	300
<b>e</b>	Vernizes e lasures para remates interiores/exteriores, incluindo lasures opacos	Base aquosa	150	130
		Base solvente	500	400
<b>f</b>	Lasures com poder de enchimento mínimo para interiores e exteriores	Base aquosa	150	130
		Base solvente	700	700
<b>g</b>	Primários	Base aquosa	50	30
		Base solvente	450	350
<b>h</b>	Primários fixadores	Base aquosa	50	30
		Base solvente	750	750
<b>i</b>	Produtos de revestimento de alto desempenho, monocomponentes	Base aquosa	140	140
		Base solvente	600	500
<b>j</b>	Produtos de revestimento reactivos de alto desempenho, bicomponentes, para utilizações finais específicas, nomeadamente em pisos	Base aquosa	140	140
		Base solvente	550	500
<b>k</b>	Produtos de revestimento multicolor	Base aquosa	150	100
		Base solvente	400	100
<b>l</b>	Produtos de revestimento de efeito decorativo	Base aquosa	300	200
		Base solvente	500	200

#### No âmbito dos Resíduos:

- Decreto-lei 239/97 de 09 de Setembro estabelece regras para a adequada gestão dos resíduos nomeadamente recolha, transporte, armazenamento e tratamento.
- Portaria 209/2004 de 03 de Março, definição do código LER (Lista Europeia dos Resíduos), vem assegurar a harmonização da regulamentação vigente (DL239/97) através da identificação e classificação dos resíduos (perigosos ou não perigosos) e classificação de operações de valorização e eliminação.

- Decreto-lei 178/2006 de 05 de Setembro, transpõe a Directiva Europeia n.º 2006/12/CE de 05 de Abril. Define as responsabilidades do produtor e estabelece regras de gestão dos resíduos desde a fase de recolha até à valorização e eliminação dos resíduos. As operações de gestão de resíduos passam a ser geridas sob a direcção de um responsável técnico com qualificações adequadas. E o sistema passa a ser controlado através do SIRER (Sistema Integrado de Registo Electrónico de Resíduos).
- Decreto-Lei 46/2008 de 12 de Março – Define regras e práticas a adoptar em fase de projecto e obra, de forma a minimizar e a reaproveitar resíduos de construção e demolição (RCD) na mesma fase (incluindo solos e rochas não contaminados).

A evolução e o aumento da qualidade ambiental dos edifícios durante os últimos dez anos, principalmente no que se refere aos edifícios de serviços, devem-se em grande parte às iniciativas europeias e nacionais, impostas através dos Regulamentos relacionados com a preocupação e objectivos ambientais, conforme foi possível verificar nas secções anteriores. No entanto, o conceito da sustentabilidade deve ir muito além das obrigações regulamentares. Este conceito deve ser incutido como uma acção voluntária e de compromisso ético. Neste sentido, e no intuito de melhor compreender este contexto, na secção seguinte será apresentado o conceito da sustentabilidade aplicado ao sector da construção.

#### 2.3.4 Princípios da sustentabilidade aplicados na construção

O conceito de Sustentabilidade conforme definido no Relatório de Brundtland, exprime de forma clara, quais os objectivos fundamentais desse desenvolvimento.

Neste sentido, o “Desenvolvimento Sustentável” deve ser visto como um desafio para as sociedades actuais e uma responsabilidade que implicará fortes mudanças no actual modelo económico implementado. O objectivo é garantir a integridade e a qualidade de vida para as gerações futuras.

*“Uma verdadeira sustentabilidade deve criticar a visão economicista que não considere as questões sociais e ambientais e que apenas tem enfoque na produção e nas taxas de crescimento económico (PIB), refutando o antropocentrismo económico para o qual a natureza é apenas matéria-prima para a produção de bens, e assim defendendo um novo estilo de vida, um novo projecto civilizacional” (MONTIBELLER, 2004)*

Neste sentido, e para o correcto desenvolvimento deste conceito, a sustentabilidade deve ser assente de forma equilibrada em três pilares fundamentais: o **social**, o **económico** e o **ambiental**, conhecidos em inglês como “*Triple Bottom Line*” (ver figura 2.18).



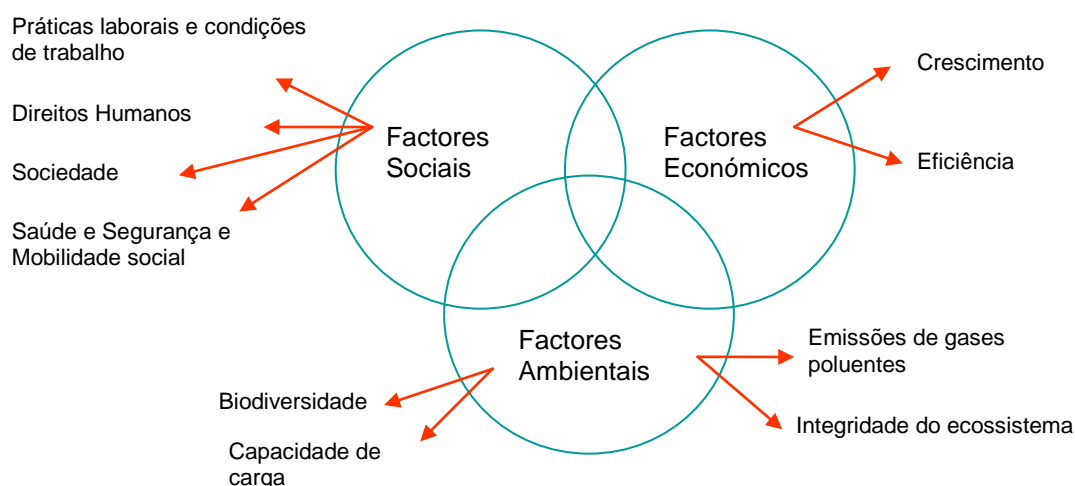


Figura 2.18 - As três dimensões da sustentabilidade e seus objectivos fundamentais (Fonte: Serageldin e Steer, 1994) (adaptado).

Uma abordagem da Sustentabilidade à Construção verifica-se bastante coerente, quando considera a sua influência e impactes relacionados com os três pilares, tal como se evidenciou na figura 2.18..

De acordo com Charles Kiberts, a construção sustentável define-se como a “*Criação e gestão responsável de um ambiente construído saudável, baseado na eficiência de recursos e princípios ecológicos*” (Kibert C., 1994). Este conceito vem revelar a necessidade de mudança do paradigma tradicionalmente utilizado, onde os aspectos considerados mais relevantes para o aumento da competitividade, eram a qualidade, o tempo e os custos associados.

Para hoje se alcançar um estágio conceptual de competitividade na construção, com base no equilíbrio entre as vertentes económica, social e ambiental, outros patamares evolutivos foram ultrapassados, como seja a mentalidade ou a perspectiva exclusivamente focalizada na componente ambiental (construção bioclimática e eco-eficiente) (ver figura 2.19).

Hoje, a construção sustentável é vista como uma mais-valia, um diferencial num mercado cada vez mais competitivo. Entretanto, muito mais do que um investimento num estereótipo superficial, ou um conceito estético, esta deve ser analisada de forma mais crítica e aprofundada, para poderem identificar-se os verdadeiros benefícios e “outputs” a longo prazo advindos desta sustentabilidade aplicada.

Desde logo, é possível afirmar que os benefícios da construção sustentável são muitos, tal como os entraves para a sua disseminação. Grande parte destes percalços deve-se a uma reduzida preocupação em quantificar e monitorizar estes benefícios, que poderiam ser utilizados para justificar os investimentos financeiros.

Nas secções seguintes, através do estado-da-arte, serão apresentadas as vantagens advindas da construção sustentável, assim como as dificuldades da sua implementação.

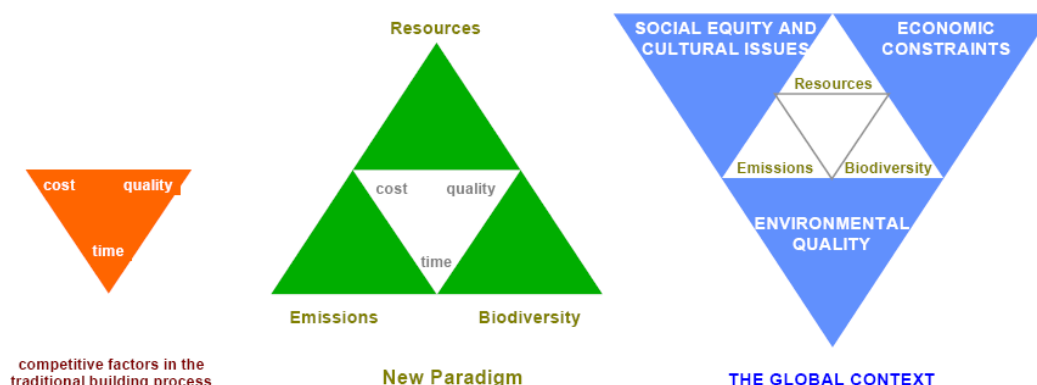


Figura 2.19 – A evolução do conceito de competitividade na construção (Fonte: CIB, 1999).

#### 2.3.4.1 As vantagens e dificuldades da Construção Sustentável

São inúmeras as vantagens advindas da construção sustentável. Neste sentido e tendo como base os três pilares da sustentabilidade, serão apresentadas de forma sucinta as principais vantagens de cariz ambiental, social e económico.

Na componente ambiental podem destacar-se inúmeras vantagens, que directa ou indirectamente irão afectar o contexto socioeconómico. As acções que privilegiam a gestão energética, a gestão da água e dos materiais e dos resíduos, resultam em vantagens tais como:

- Redução do consumo dos recursos;
- Redução de consumo de energia em horas de ponta;
- Redução de emissões de CO<sub>2eq</sub>;
- Aumento de eficiência dos edifícios;
- Utilização de materiais mais duradouros;
- Diminuição da produção de resíduos.

Na componente socioeconómico, verifica-se uma maior qualidade do ambiente interior, aumento da produtividade e redução de custos de manutenção e outros custos operacionais.

Os edifícios sustentáveis privilegiam o conforto acústico, a qualidade do ar (que é determinante na eliminação de diferentes doenças alérgicas), a qualidade térmica (reduzindo fortemente as doenças associadas às mudanças de temperatura), a relação dentro a utilização dos espaços e o bem-estar dos utentes (evitando assim diferentes efeitos a nível neurológico e psicológico).

Numa escala global, o incentivo da sustentabilidade no sector da construção, poderá proporcionar um aumento de 10 milhões de novos empregos (Sellier D., 2004), diminuição de níveis de impostos associados à redução do impacte das despesas com saúde pública e redução de emissões de CO<sub>2eq</sub>, bem como as suas consequentes reacções.

Como referido, os benefícios directos dos edifícios sustentáveis não se direccionam apenas ao promotor e ao cliente final, mas também através de uma reacção benéfica em todos os “stakeholders” envolvidos nas diferentes fases do empreendimento (ver figura 2.20).

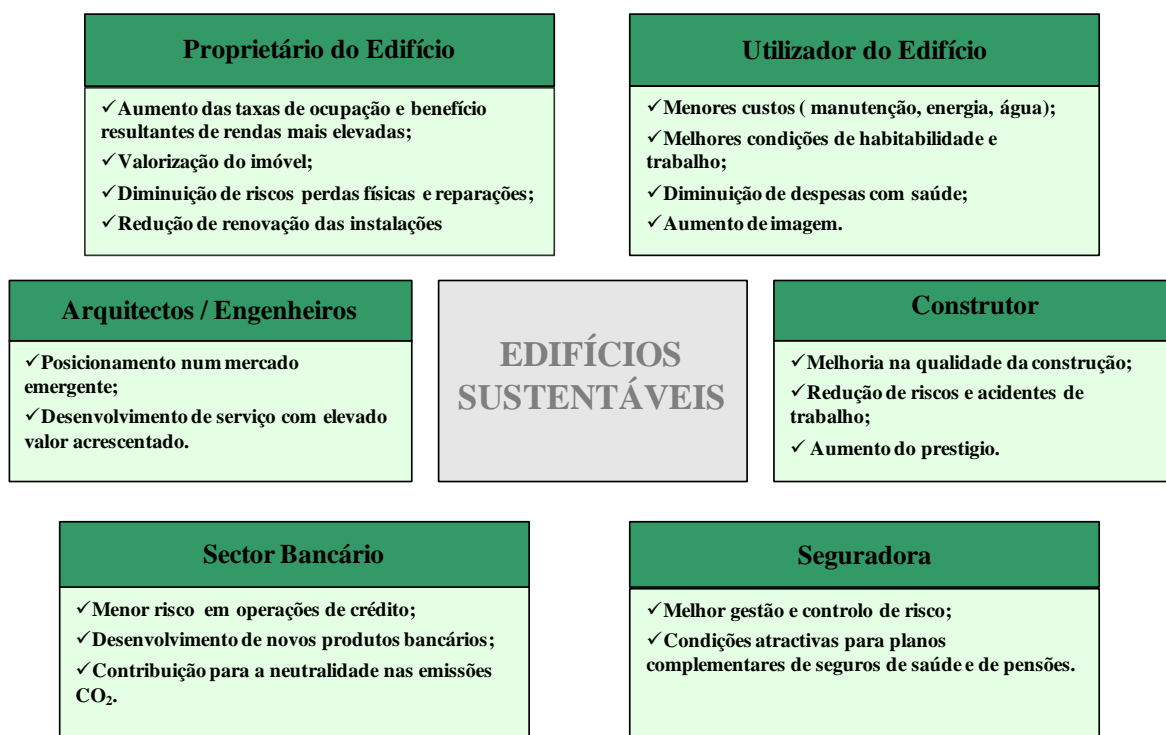


Figura 2.20 - Benefícios dos edifícios sustentáveis para os diferentes "Stakeholders" (Fonte: Arene, 2004)(adaptado).

Apesar das vantagens apresentadas, e advindas dos edifícios sustentáveis, estas práticas ainda não se verificam como correntes no mercado, em parte pelos seguintes motivos:

- A falta de apoio, incentivos e entendimento das vantagens associadas por parte das entidades governamentais, instituições bancárias e seguradoras;
- A procura, por grande parte dos construtores e promotores, de soluções que assentem num custo inicial reduzido (na fase de construção), desviando-se assim os factores inerentes ao período operacional (associado ao ciclo de vida) dos edifícios para o futuro proprietário do imóvel;
- A análise incompleta dos custos globais que são gerados durante a fase de construção e de operação dos edifícios, que geralmente não contabilizam custos indirectos associados, por exemplo, aos desperdícios dos consumos, doenças e emissões de poluentes.

Com base nestes factores, alguns países têm promovido ferramentas de análise económica, além de financiamentos e incentivos, de forma a permitir a disseminação da sustentabilidade no sector público e privado.

#### 2.3.4.2 Actual Cenário da Construção sustentável no âmbito económico

Constata-se, em diversos países, a realização de estudos e a utilização de ferramentas financeiras, com o intuito de justificarem a construção sustentável e a disseminação de uma nova mentalidade direccionada para o mercado. Muitas destas acções baseiam-se em Ferramentas de Avaliação da sustentabilidade, que são difundidas num determinado país de origem e adaptadas à sua realidade, tais como, *Leadership in Energy and Environmental Design* (LEED) nos Estados Unidos, Building Research Establishment's Environmental Assessment Method (BREEAM) no Reino Unido, Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency (CASBEE) no Japão, Sustainable Building Tools Portugal (SBTool<sup>PT</sup>) entre outros, que mais à frente serão evidenciados. Estas ferramentas são definidas por uma metodologia e um sistema de avaliação próprios, tendo como objectivo classificar e reconhecer um edifício sustentável, ao mesmo tempo que funcionam como linha de orientação para construtores e projectistas.

Um exemplo, bastante difundido, foi um estudo realizado nos Estados Unidos, onde se compararam 33 edifícios (certificados, ou ainda em processo de certificação pelo LEED) com outros edifícios convencionais. Nesta análise foram utilizados os seguintes pressupostos (taxa de desconto de 5% - para actualização de "cashflows", período de análise – 20 anos, Inflação de 2% por ano). Observou-se no referido relatório "*The costs and financial benefits of Green Buildings*" (Kats G., 2003), que um investimento (em média) de 2% sob o custo inicial (comparado a um edifício convencional) produz benefícios financeiros 10 vezes superiores em relação ao referido investimento (para um período de 20 anos), considerando a análise dos consumos, manutenção, emissões e produtividade.

Aplicado num exemplo real, e assumindo que o custo da construção na Califórnia é de \$150/ft<sup>2</sup> (o equivalente a \$1.612/m<sup>2</sup>) a \$250/ft<sup>2</sup> (o equivalente a \$2.688/m<sup>2</sup>), os 2% de aumento equivaleriam de \$3/ft<sup>2</sup> (\$32,25/m<sup>2</sup>) a \$5/ft<sup>2</sup> (\$53,76/m<sup>2</sup>), enquanto os benefícios financeiros (devidamente ajustados com taxa de actualização de 5%) analisados em 20 anos equivaleriam de \$48/ft<sup>2</sup> (\$516/m<sup>2</sup>) a \$75/ft<sup>2</sup> (\$806,45/m<sup>2</sup>). E se estes valores não incluíssem os benefícios inerentes às emissões e à produtividade, isto é, se considerássemos apenas a redução do consumo de energia, água e resíduos, aproximadamente de \$6/ft<sup>2</sup> (\$64,51/m<sup>2</sup>).

Outro estudo de elevado interesse, também nos Estados Unidos, foi o realizado por David Langdon (2004), que procurou analisar apenas o custo associado à fase de construção de "green building",

argumentando ser este o custo que dirige as decisões sobre o projecto sustentável (ver figura 2.21). Este trabalho, que comparou o custo da construção por área, de edifícios certificados e não certificados pelo LEED, contou com uma base de dados, com informações do investimento, associados a mais de 600 projectos (de 19 diferentes Estados, de variadas tipologias, localizações, tamanhos e programas).

Neste estudo conclui-se que muitos projectos alcançaram a sustentabilidade com os seus orçamentos iniciais, ou com pequenos fundos suplementares (em média 2%).

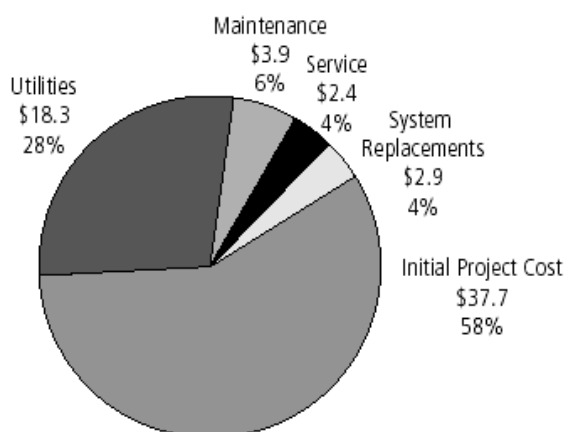


Figura 2.21- Distribuição por percentagem do custo, durante um período de 30 anos da vida do edifício (Megan, D. et al, 2005).

Além dos estudos apresentados, ressalva-se também dois recentes estudos publicados após 2008, são eles (Montezuma J., 2009):

- O artigo “*Environmental certification for commercial real estate assets: the value impacts*” (Franz Fuerst and Patrick McAllister, 2008) propôs-se investigar a diferença de preços existente entre edifícios certificados com LEED e Energy Star e os edifícios não certificados. O estudo concluiu que os valores das rendas dos edifícios certificados eram cerca de 11% superiores às rendas dos edifícios não certificados;
- Assim como o estudo anterior, o recente artigo “*Doing Well by Doing Good? Green Office Buildings*” (Eichholtz P. et al, 2009) publicado pela Universidade da Califórnia, refere-se também à comparação entre edifícios certificados pelo LEED e Energy Star e edifícios não certificados – ambos inseridos numa mesma localidade. O resultado mostrou claramente a importância da certificação (principalmente do Energy Star) para valorização do espaço comercial e o efectivo mercado de arrendamento. Verificou-se o aumento médio da renda bruta de 3% por metro quadrado e a renda efectiva aproximadamente de 6% por metro quadrado. Quanto ao preço de venda, verificou-se uma valorização de aproximadamente 16%.

Na Europa, destacam-se incentivos e nova legislação com o intuito de impulsionar políticas para a difusão da sustentabilidade. No entanto, cada vez mais têm-se evidenciado inúmeras investigações sobre a viabilidade económica da construção sustentável, muitas delas financiadas pela Comissão Europeia. Um dos exemplos é o projecto realizado pelos HQE2R e Cenergia, realizado em 2004, para a criação do modelo ASCOT: *Assessment of Sustainable Construction and Technologies Cost*. Esta ferramenta vem auxiliar os utilizadores na optimização dos custos em projectos em que tenham sido aplicadas medidas de sustentabilidade.

Além disso, observou-se uma presente preocupação pela viabilidade económica associada às ferramentas de avaliação e projectos para a aplicação da construção sustentável, tais como o SHE (Sustainable Housing in European) que teve a função de auxiliar na elaboração, análise do custo (custo inicial e comparado a novos edifícios) e escolhas para a obtenção de uma maior viabilidade de medidas sustentáveis em projecto.

Outro projecto que também se evidencia (também co-financiado pela Comissão Europeia), é o LCC-IP -*GuideBook-Integrated Planning for Building Refurbishment Taking Life- Cycle-Cost into Account*, sendo constituído por inúmeros estudos de casos europeus onde foram evidenciadas medidas sustentáveis e a relação Análise Custo-Benefício.

Denotou-se nestas investigações, que grande parte dos custos adicionais em projectos sustentáveis é na maioria das vezes, devida ao custo associado a simulações, à introdução de novas tecnologias e à integração de práticas sustentáveis no projecto. No entanto, também se verificou que, quanto mais cedo estas medidas forem incorporadas em fase de projecto, menores serão os seus custos associados.



## **CAPÍTULO 3 – MÉTODOS E FERRAMENTAS - COMO RECONHECER UM EDIFÍCIO SUSTENTÁVEL?**

### **3.1 Ferramentas de Sustentabilidade**

Conforme descrito no capítulo anterior, nos últimos anos tem-se constatado um progressivo aumento da preocupação com questões relacionadas com a sustentabilidade. Neste contexto, verificou-se a partir da década de 90 o surgimento dos chamados “*Green Buildings*”, sendo assim uma resposta imediata no meio técnico para atender às actuais exigências do mercado. No entanto, ao mesmo tempo que se verificou uma “vulgarização” do termo “*Green Buildings*” ou dos chamados “*Sustainable Buildings*”, observou-se, em muitos casos, que estes edifícios eram maiores consumidores de energia do que os edifícios convencionais (Gomes V., 2007).



Foi neste sentido que se aferiu a necessidade de melhorar as definições dos conceitos de sustentabilidade e os critérios de avaliação (por uma entidade externa), onde fosse possível determinar e reconhecer objectivamente os empreendimentos com elevado desempenho ambiental, social e económico. Assim surge o importante desafio das Ferramentas Voluntárias de Sustentabilidade, e que propõem os seguintes objectivos:

- Aumentar a competitividade e as exigências do mercado na escolha de produtos e serviços mais eficientes, responsáveis e sustentáveis;
- Orientar o promotor e os projectistas nas diferentes fases do empreendimento, principalmente nas fases iniciais do projecto, uma vez que é nesta fase que se evidenciam as principais oportunidades para que um edifício se torne sustentável com menor impacto de custo para o promotor;
- Avaliar, reconhecer e certificar os empreendimentos que estejam a contemplar medidas e acções definidas pelos diferentes métodos de avaliação.

O primeiro método de avaliação a surgir no mercado foi o BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method), e desde então, tem-se verificado o desenvolvimento de novas metodologias em diferentes países. Ressalva-se que as primeiras metodologias que surgiram no mercado tinham uma vertente mais orientada para o factor ambiental, verificando, somente mais tarde, a introdução de critérios relacionados com as questões sociais e económicas. Na maioria dos casos, estes sistemas de avaliação definem métodos básicos de actuação, e que são os seguintes:

- Organização por categorias, que são as bases da sustentabilidade na construção (ou seja, gestão da energia, gestão da água, gestão dos materiais, ...)
- Definição dos critérios de sustentabilidade com atribuição da respectiva pontuação (definidos para cada categoria). Estes critérios (também conhecidos por parâmetros) são instrumentos de medida das categorias que têm como principal função alcançar os objectivos da ferramenta. É importante ressaltar que a pontuação associada a um critério deve ser reflexo de sua incidência ambiental. No entanto, deve haver sensibilidade para os medir dentro de um âmbito de valores que se possa esperar dos seus utilizadores.
- Os resultados são obtidos através da soma total dos critérios, que por sua vez se encontram em função de uma escala de desempenho e de uma ponderação. A escala de desempenho é determinada através de estudos de referência, e onde são definidos os valores padrão e os valores óptimos.

A seguir, para melhor compreensão dos diferentes métodos de avaliação, serão identificadas algumas ferramentas, bem como serão descritas as suas características básicas e formas de actuação. Identificam-se as seguintes como as mais relevantes neste estudo, e que serão apresentadas por ordem cronológica:

- BREEAM (UK) (1990),
- Metodologia SBTool (1996),
- LEED (US) (1997);
- CASBEE (JP) (2004);
- LiderA (PT) (2007).
- SBTool<sup>PT</sup> (2009)

Optou-se por fornecer a informação referente a estas ferramentas de forma padronizada, no intuito de serem claramente identificadas e comparadas entre si.

A informação fornecida segue a seguinte ordem:

- Origem;
- Dados gerais;
- Classificação atribuída;
- Categorias estabelecidas;
- Ponderação dos critérios;
- Materiais utilizados para a avaliação;
- Procedimentos para a certificação;
- Número de edifícios certificados;
- Outras informações.

### 3.1.1 BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

**Origem:** Reino Unido

**Dados Gerais:** O BREEAM desenvolvido em 1990 pelo BRE (Building Research Establishment), tem como principal objectivo avaliar e reconhecer os edifícios com reduzido impacto ambiental e alta performance. Através deste método de avaliação é possível verificar a performance de projectos em diferentes fases do ciclo de vida do empreendimento, desde a fase de projecto (D&P – Design and Procurement, aplicado a novos projectos ou extensão de projectos existentes), após a fase de construção (PCR- Pos Construction Review - de forma a comprovar as medidas implementadas no

projecto), para renovação de edifícios existentes (Fill out) e durante fase de gestão e manutenção do edifício (M&O – Management and Operation).

No início, esta ferramenta foi desenvolvida para analisar os edifícios de escritórios, entretanto, actualmente, e através deste método de avaliação, é possível verificar a performance de projectos de diferentes tipologias. E que são os seguintes:

- Escritórios, Retalho (Retail), Habitações (ecohomes), Multi-familiares e alojamentos, Tribunais, Indústria, Prisões, Estabelecimentos Hospitalares, Desenvolvimento (para analisar desenvolvimento regional e planeamento urbano);
- Além destes, para os edifícios que não estejam abrangidos por nenhuma das tipologias acima especificadas, poderão recorrer ao denominado sistema "*Bespoke*" e no caso de edifícios localizados fora do Reino Unido, poderão requerer o sistema "*Bespoke Internacional*".

O método de avaliação do BREEAM é definido por 9 categorias, e dentro destas aproximadamente 70 critérios, que em grande parte vêm determinar as acções específicas que um edifício deverá ter em consideração para ser considerado sustentável. As categorias abrangidas pelo BREEAM serão à frente descritas.

**Classificação atribuída:** A classificação do BREEAM é definida através de determinadas percentagens e, dependendo da percentagem obtida, é atribuído uma classificação que poderá variar entre:

- Classificado ("Pass"):  $\geq 30\%$
- Bom ("Good"):  $\geq 45\%$
- Muito Bom ("Very Good"):  $\geq 55\%$
- Excelente ("Excellent"):  $\geq 70\%$
- Fora de série, Notável ("Outstanding") (nova classificação de forma a destacar os melhores edifícios certificados):  $\geq 85\%$

**Categorias estabelecidas:** O BREEAM é definido por 9 categorias, e dentro destas são especificados os critérios que serão considerados durante a verificação. É importante ressaltar que dependendo da classificação que se deseja alcançar, existem alguns critérios de cumprimento obrigatório (ver figura 3.1- os critérios obrigatórios. Exemplo BREEAM\_Retail versão 2008).

BREEAM issue	BREEAM Rating / Minimum number of credits				
	PASS	GOOD	VERY GOOD	EXCELLENT	OUTSTANDING
Man 1 - Commissioning	1	1	1	1	2
Man 2 - Considerate Constructors				1	2
Man 4 - Building user guide				1	1
Man 9 - Publication of building information (BREEAM Education only)					1
Man 10 - Development as a learning resource (BREEAM Education only)					1
Hea 4 - High frequency lighting	1	1	1	1	1
Hea 12 - Microbial contamination	1	1	1	1	1
Ene 1 - Reduction of CO <sub>2</sub> emissions				6	10
Ene 2 - Sub-metering of substantial energy uses			1	1	1
Ene 5 - Low or zero carbon technologies				1	1
Wat 1 - Water consumption		1	1	1	2
Wat 2 - Water meter		1	1	1	1
Wst 3 - Storage of recyclable waste				1	1
LE 4 - Mitigating ecological impact			1	1	1

Figura 3.1- Critérios mínimos obrigatórios do BREEAM Retail ("Mandatory") (Fonte: BRE, 2008).

Uma característica que distingue o BREEAM de outras ferramentas voluntárias de sustentabilidade é a forma como os critérios são definidos. Nas restantes ferramentas os critérios determinam-se por objectivos finais, enquanto o BREEAM determina uma acção específica a considerar. Por exemplo, enquanto o LEED determina como um dos seus objectivos a redução do consumo de água potável em 20%, o BREEAM determina, através dos seus critérios, os tipos de sistemas eficientes que deverão ser especificados no projecto.

As categorias do BREEAM contemplam desde as boas condutas de gestão da empresa, passando pela biodiversidade do local, e até às medidas de eficiência para a diminuição de impacto do edifício. A definição de uma categoria que privilegia práticas de gestão é uma característica muito particular do BREEAM, pois além de analisar o edifício em questão, também beneficia a política e a conduta das empresas. Esta característica não se identifica em outras ferramentas.

As categorias contempladas pela Ferramenta BREEAM (versão 2008, BREEAM para “Retail”) poderão ser verificadas na secção seguinte.

**Ponderação dos critérios:** Para cada categoria do BREEAM é atribuído um peso (uma ponderação) que foi definido com base num consenso entre diferentes especialidades (autoridades governamentais, profissionais dos sectores, investigadores), bem como através de diferentes ferramentas de análise do ciclo de vida que têm a função de analisar quais das categorias proporcionaram maior impacto no edifício.

Através da figura abaixo (figura 3.2), pode-se verificar a ponderação definida para o BREEAM\_retail:

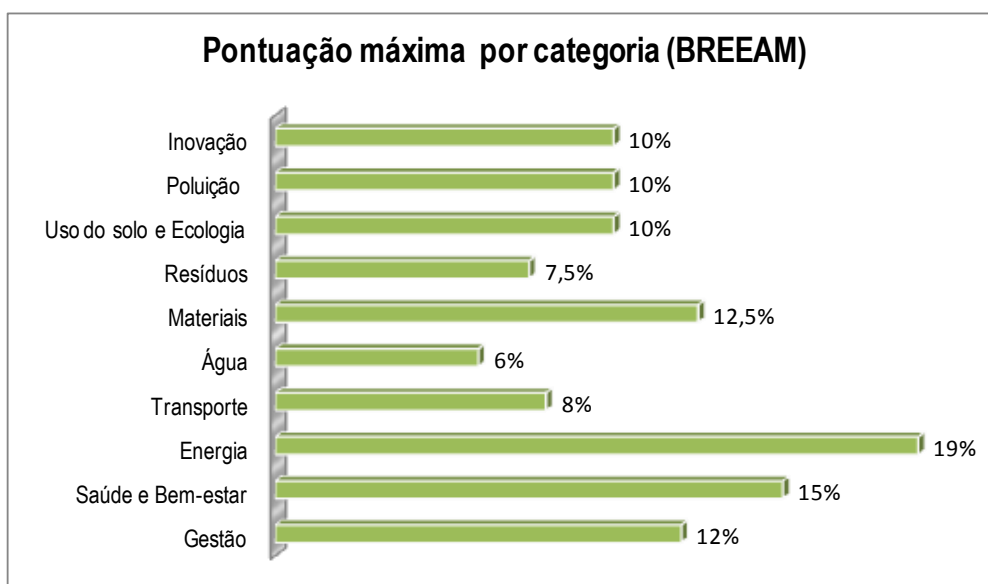


Figura 3.2 - O peso aplicado as diferentes categorias abrangidas pelo BREEAM\_Retail (Fonte: BREEAM, 2008).

**Materiais utilizados para a avaliação:** O BREEAM disponibiliza gratuitamente através do site <http://www.BREEAM.org/>, a pré-avaliação ("*pre-assessment*") e o manual do utilizador (versão 2008). O "*pre-assessment*" refere-se a uma folha em Excel onde é possível localizar todos os critérios identificados pelas categorias, a pontuação atribuída, bem como a classificação final. Através desta folha de cálculo é possível determinar uma linha de orientação para as especialidades e quais as medidas que deverão ser tidas em consideração, bem como ter conhecimento do grau de sustentabilidade que determinado edifício teria perante o reconhecimento do BRE.

O manual, também disponibilizado gratuitamente, demonstra detalhadamente todos os procedimentos para alcançar os critérios, (objectivos e requerimentos), com a excepção de algumas fórmulas de cálculo auxiliares (somente acessíveis aos assessores), explicações teóricas, definição de todo material que deverá ser preparado pelos assessores, e bem como outras informações necessárias (sites e fontes).

### Procedimentos para a certificação:

Uma grande parte do processo de certificação do BREEAM centra-se na preparação de assessores, pois são estes que serão os interlocutores com o BRE durante o processo de certificação. Neste sentido, o BRE regularmente realiza formação e testes para assessores, bem como fornece manuais e esclarecimentos necessários durante o processo de certificação.

Logo, para iniciar um processo de certificação BREEAM, é importante que seja contratado um assessor para se realizar a primeira análise do edifício através do "*pre-assessment*".

Para a certificação, cada critério tem um procedimento a seguir para a preparação da documentação que comprova o cumprimento dos critérios. Quanto mais cedo o assessor for contratado para integrar a equipa de projecto, maior será a possibilidade de introduzir medidas sustentáveis (com reduzidos investimentos). Pois **o assessor tem o papel de realizar não só os cálculos através do "*pre-assessment*", a classificação do edifício e a respectiva preparação de relatórios para o BRE, como também, orientar as diferentes especialidades de forma a obter um empreendimento mais sustentável.**

Neste sentido, para iniciar um processo de certificação habitual no UK, devem-se seguir os seguintes passos:

- 1 - Contactar um assessor (através do site do BRE é possível identificar uma numerosa lista de assessores para as diferentes tipologias abrangidas pelo BRE), a fim de realizar o "*pre-assessment*" (e calcular a sua classificação);
- 2- Depois de realizado o "*pre-assessment*", o assessor irá recolher todas as informações necessárias para preparar o relatório final que irá comprovar o cumprimento de cada critério. Durante esta fase, o assessor poderá contar com o apoio e esclarecimento de dúvidas através dos manuais do BREEAM e contactos directos com o BRE;
- 3- Após a finalização desta fase, toda a documentação reunida será submetida ao BRE, e que terá 15 dias para analisar e comprovar a classificação atribuída pelo assessor. Todo o processo de análise do BRE é realizado com rigoroso controlo de qualidade, e conforme as normas ISO9001 cobertas pelas UKAS (United Kingdom Accreditation Service);
- 4- Após a confirmação da classificação, a certificação é emitida directamente ao cliente. Entretanto, caso seja verificada alguma discordância, a documentação retorna ao assessor para que sejam realizadas as devidas alterações.

**Número de edifícios certificados (até Março de 2008)** (Saunders. T, 2008):

Até início de 2008 foram registados 110 808, entre estes, 109 450 habitações e 1 358 edifícios não domésticos.

**Outras informações:**

Outras informações poderão ser encontradas no site oficial do BRE:

<http://www.BREEAM.org/>

### **3.1.2 Metodologia SBTool (Sustainable Building Tool)**

Anteriormente conhecida por GBTool (Green Building Tool), a mudança contextual para SBTool (Sustainable Building Tool), deve-se à inclusão de factores socioeconómicos (o que vem completar os princípios base da sustentabilidade – factores ambientais, sociais e económicos).

**Origem:** Canadá

**Dados Gerais:** O método SBTool, foi desenvolvido em 1996 pelo GBC (Green Building Challenge). Este processo internacional, desenvolvido para testar novos métodos de avaliação de ferramentas de sustentabilidade, foi lançado inicialmente pelo Natural Resources Canada. Entretanto, a partir de 2002 passou a ser da responsabilidade do IISBE (International Initiative for a Sustainable Built Environmental) também responsável pela sua implementação em mais de 20 países. **O que inicialmente diferenciava o SBTool de outras ferramentas voluntárias de sustentabilidade era o facto deste definir-se como um método com elevada adaptabilidade e flexibilidade internacional (este cenário ter vindo a ser alterado progressivamente por outras ferramentas, inclusive pelo BREEAM).** O SBTool foi preparado de forma a que seja facilmente adaptado a outros países e regiões sem que seja alterada a sua metodologia base/comum. Ou seja, através desta metodologia é possível inserir novas informações, tais como: características do país onde vai ser aplicado, condições climáticas, língua nativa, adaptação de calibrações, critérios e padrões de desempenho mais adequados à realidade nacional. Além disso, torna-se um excelente veículo de comparação entre diferentes *benchmarking* Nacionais e Internacionais.

Projectos novos ou renovados, e em diferentes fases (Ante-projecto, Projecto, Construção. Operação e Demolição) poderão ser avaliados pelo Método SBTool. A sua lista de tipos de edifícios actualmente disponíveis pela ferramenta é bastante extensa, e são as seguintes tipologias:

- Escritório, Apartamentos, Habitações unifamiliar, Habitação multifamiliar, Centro de Saúde, Teatro/Cinema, Retalho, Restaurantes /Refeições ligeiras, Supermercados, Shopping

Centre, Estabelecimentos educacionais, Hospital, Laboratório, Pequena Indústrias, Parques de estacionamento, Área exterior, Hotel/Motel, e outros.

Durante uma avaliação de um projecto ou edifício é possível considerar até 3 tipos de ocupação.

É importante mencionar que as informações seguintes são baseadas na metodologia original do SBTool, tal como foi anteriormente descrito. Neste sentido, deve-se ressaltar que determinadas características poderão ser alteradas conforme a sua adaptação as diferentes realidades e culturas dos diferentes países onde se aplicar (conforme se poderá verificar a seguir na versão portuguesa SBTool<sup>PT</sup>). Estas adaptações da ferramenta poderão gerar alterações nas classificações, no número de critérios e até mesmo na ponderação (peso) previamente estabelecida. Assim, neste capítulo serão relatadas as características da ferramenta no seu formato original.

### **Classificação atribuída**

A classificação atribuída pelo SBTool pode variar entre os seguintes valores:

- - 1: Insuficiente;
- 0: Mínimo aceitável;
- +3: Boa Prática;
- +5: Melhor prática.

### **Categorias estabelecidas:**

O SBTool é estruturado por Assuntos (no total 8) que são divididos por categorias (no total 29) que são formados por um conjunto de critérios (no total de 125 critérios, entre estes, alguns são de análise obrigatória). Durante uma avaliação, os critérios poderão ser modificados (alargados ou reduzidos) conforme a necessidade do projecto e o que se pretende avaliar. A ponderação dos critérios é flexível e é a partir destes que são definidos os valores finais (em peso) considerados por categoria (soma dos critérios).

No site oficial do iiSBE (<http://iisbe.org/sbtool>), poderão ser identificados todos os assuntos e categorias, bem como os critérios analisados.

### **Ponderação dos critérios:**

Conforme foi anteriormente mencionado, a ponderação (definida em percentagem) é feita a partir de critérios, ou seja, elementos base que determinam o total do peso das categorias e dos assuntos. A



ponderação dos critérios a ser utilizada, poderá seguir o modelo padrão (conforme já disponibilizado) da ferramenta ou através de uma nova ponderação mais adaptada ao projecto e à região específica. Ao mesmo tempo deve ser realizada por uma organização local e devidamente autorizada (membro do IISBE do País).

Conforme a ponderação estabelecida pela metodologia original, pode considerar-se (figura 3.3):

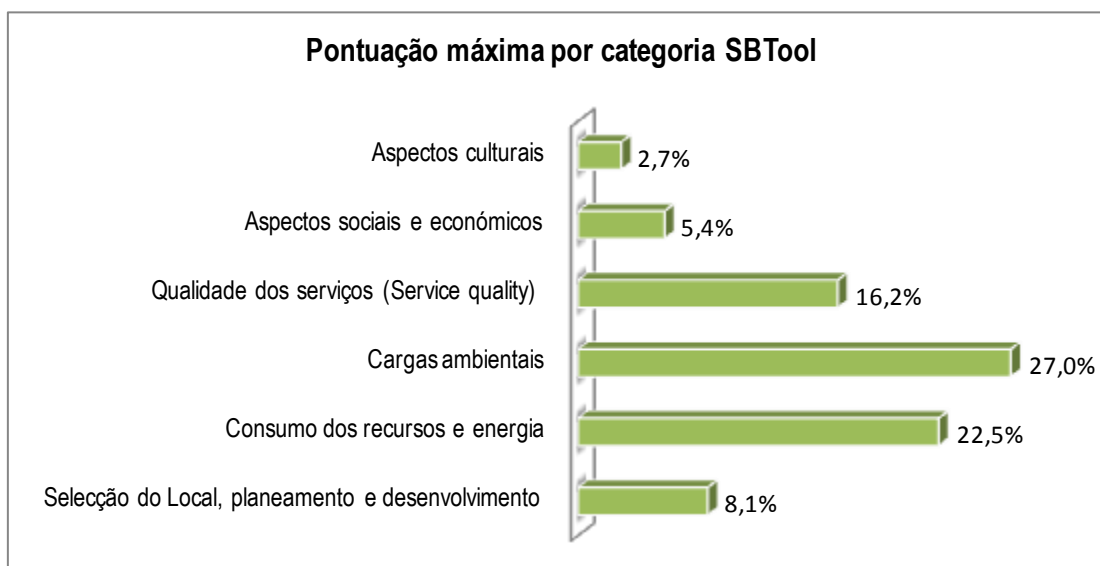


Figura 3.3 - O peso aplicado as diferentes categorias abrangidas pela metodologia SBTool versão 2007 (Fonte: IISBE, 2007).

### **Materiais utilizados para a avaliação:**

A metodologia SBTool, desde a sua criação, tem passado por diversas alterações e principalmente simplificações, o que poderá ser observado ao compararmos a versão de 2003 com a versão 2007 e a recente versão lançada em 2010. Neste contexto, constata-se que a antiga versão passa de seis ficheiros em Excel, para uma versão mais simplificada composta por somente três ficheiros.

Conforme se referiu, a versão 2007, bem como a actual 2010, conta com ficheiros interligados que deverão ser abertos em simultâneo para que qualquer informação inserida seja automaticamente actualizada em todos os ficheiros. Sendo os seguintes:

- SBT – A: este ficheiro corresponde ao cenário a ser estabelecido. Este ficheiro será somente utilizado pela entidade/organização local (autorizada pelo IISBE), e que é responsável pela ferramenta num determinado País. Através desta tabela será possível alterar classificações, tipos de ocupações elegíveis, número de critérios (a avaliação poderá ser realizada através de um número mínimo 14 até um máximo de 125 critérios), pesos e padrões de desempenho mais adequados à realidade local;

- **SBT – B:** Ficheiro a utilizar para os dados estabelecidos no **SBT – A**. Este ficheiro será utilizado pelo projectista, e com o intuito que sejam fornecidas informações sobre o local e características do projecto/ edifício;
- **SBT – C:** Ficheiro de avaliação que utiliza os dados estabelecidos em SBT-A e SBT -B. Aqui poderão ser visualizados os resultados finais (resultado relativo e absoluto).

Estas alterações tiveram um efeito bastante positivo para o processo de simplificação e flexibilidade da ferramenta.

### **Procedimentos para a certificação:**

Os procedimentos para a certificação utilizando a metodologia SBTool poderá variar consoante a aplicação definida pela organização IISBE local, definida em cada país onde o método seja adoptado. No que toca a utilização da metodologia em diferentes países, de forma geral, segue o seguinte procedimento:

1º Passo: IISBE providencia a estruturação do SBTool;

2º Passo: São nomeados os membros da organização (IISBE local) que têm a função de adaptar o SBTool através da definição da classificação, contexto local, pesos e padrões de desempenho que serão introduzidos no ficheiro A (file A) da ferramenta;

3º Passo: A equipa de projecto definirá as características básicas e detalhes do projecto que serão introduzidos no ficheiro B (File B). Durante esta fase, deverá incluir simulações e outros cálculos externos no intuito de obter informações quantitativas do edifício;

4º Passo: No ficheiro C (File C), a equipa de projecto introduzirá os objectivos de performance que deseja alcançar e realizará a sua própria avaliação;

5º Passo: Revisão, pelo assessores independentes, dos objectivos estipulados e análise da avaliação realizada pela equipa do projecto;

6º Passo: O IISBE local fará a revisão final. Este Organismo tem a autonomia para certificar a nível nacional, além disso, somente estes membros do IISBE (local) podem dar continuidade ao processo de certificação internacional, pois estes serão sempre os interlocutores entre projectistas /assessores e IISBE Internacional (sede);

7º Passo: Submissão ao IISBE (sede) que realizará a verificação através de um processo de reconhecida qualidade (tal como é realizado pelo BREEAM);

8º Passo: Certificação do projecto/edifício.

### **Número de edifícios certificados (até Novembro de 2007):**

Actualmente já foram certificados aproximadamente 100 edifícios com a metodologia SBTool. Mais do que este facto vale ressaltar a influência do método SBTool para o desenvolvimento de sistemas em diversos países, nomeadamente: Espanha, Áustria, Portugal, Japão, Coreia e Itália.

**Outras informações :** Outras informações poderão ser encontradas no site oficial do IISBE:

<http://www.iiSBE.org/sbtool>

### **3.1.3 LEED (Green Building Rating System) (versão V3)**

**Origem:** USA

**Dados Gerais:** Lançada em 1998 pela USGBC (US Green Building Council) e por especialistas de diversos sectores, esta ferramenta estabelece metas de desempenho em seis diferentes categorias: Locais sustentáveis, Eficiência da água, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade do ambiente interior, Inovação e processos de projecto e Prioridade regional. Estas categorias somam no total 8 pré-requisitos e critérios que poderão alcançar até 110 pontos. Nos últimos anos, a procura por esta ferramenta tem crescido exponencialmente nos Estados Unidos, e pode afirmar-se que tem um papel fundamental na mudança de mentalidade da indústria norte-americana que vem a ocorrer nos últimos anos.

Existem actualmente 8 diferentes versões, sendo essas as seguintes:

- LEED NC: Novas construções e renovações de maiores dimensões - analisadas durante o projecto e na construção. No entanto, o certificado somente é atribuído quando a obra estiver completa;
- LEED EB: Operação e manutenção de edifícios existentes;
- LEED IC: Interiores comerciais;
- LEED CS: “Core and Shell”, abrange elementos base do edifício, estruturas e sistemas AVAC, complementaridade para o LEED IC e LEED EB;
- LEED H: Habitações;
- LEED ND: Desenvolvimento de bairros e projectos urbanísticos;
- Escolas;
- Retalho;
- Estabelecimentos hospitalares (em desenvolvimento).

**Classificação atribuída:** O LEED trabalha com pontuações. Um determinado número de pontos garante diferentes classificações, que podem variar entre quatro diferentes níveis, sendo estes:

- Certificado (*Certified*): 40 a 49 pontos;
- Prata (*Silver*): 50 a 59 pontos;
- Ouro (*Gold*): 60 a 79 pontos;
- Platina (*Platinum*): 80 a 110 pontos (110 - pontuação máxima atribuída pelo LEED).

**Categorias estabelecidas:** Conforme anteriormente mencionado, o LEED trabalha com diferentes categorias que vão desde a preocupação com a localização do projecto até a definição de medidas para a eficiência dos recursos e a qualidade do ambiente interior. Neste sentido, abaixo são relatadas as categorias, uma a uma, bem como as possíveis pontuações que poderão ser alcançadas. Em relação aos créditos pela qual são definidos as categorias, estes poderão ser verificados no site oficial.

As categorias abaixo especificadas referenciam a versão 3 e aplicada ao LEED NC, sendo essas as seguintes:

- 1- Locais sustentáveis (são disponibilizados 26 pontos)
- 2- Eficiência da água (são disponibilizados 10 pontos);
- 3- Energia e atmosfera (são disponibilizados 35 pontos);
- 4- Materiais e recursos (são disponibilizados 14 pontos);
- 5- Qualidade do ambiente interior (são disponibilizados 15 pontos);
- 6- Inovação e processos do projecto (são disponibilizados 6 possíveis pontos).
- 7- Prioridade Regional (são disponibilizados 4 pontos)


**Ponderação dos critérios:** até ao ano 2008, as versões disponibilizadas pelo LEED não tinham critérios de ponderação, isto é, as categorias e seus critérios eram definidos em forma de *check-list*, onde a cada critério era atribuída a pontuação (na sua maioria, cada critério equivale a 1 ponto, com apenas duas excepções (EA credito1 (de 1 a 10 pontos), EA credito 2 (1 a 3 pontos)), onde se podem atribuir mais pontos.

**Esta forma de atribuição de valores (sem factor de ponderação), para muitos críticos, tem sido considerada desapropriada, pois, dependendo da tipologia a ser analisada,**

determinados critérios deveriam revelar-se com maior peso do que outros, o que na maioria dos casos não acontece.

Neste sentido, e devido à constante actualização e evolução de ferramentas voluntárias de sustentabilidade, o **USGBC**, desenvolveu juntamente com a **EPA (Environmental Protection Agency)**, uma nova pontuação para os critérios LEED através da sua ponderação lançada na nova versão 3.0.

**Materiais utilizados para a avaliação:** Através do site <http://www.usgbc.org> é possível aceder ao LEED check-list gratuitamente (ver figura 3.4). Através deste *check-list* a equipa de projecto poderá verificar a eventual pontuação que poderá alcançar o projecto em questão.



### LEED 2009 for New Construction and Major Renovations

Project Checklist

Sustainable Sites			Possible Points: 26
0	0	0	
Y	?	N	d/C
Y			C Prereq 1 Construction Activity Pollution Prevention
			d Credit 1 Site Selection 1
			d Credit 2 Development Density and Community Connectivity 5
			d Credit 3 Brownfield Redevelopment 1
			d Credit 4.1 Alternative Transportation—Public Transportation Access 6
			d Credit 4.2 Alternative Transportation—Bicycle Storage and Changing Rooms 1
			d Credit 4.3 Alternative Transportation—Low-Emitting and Fuel-Efficient Vehicles 3
			d Credit 4.4 Alternative Transportation—Parking Capacity 2
			C Credit 5.1 Site Development—Protect or Restore Habitat 1
			d Credit 5.2 Site Development—Maximize Open Space 1
			d Credit 6.1 Stormwater Design—Quantity Control 1
			d Credit 6.2 Stormwater Design—Quality Control 1
			C Credit 7.1 Heat Island Effect—Non-roof 1
			d Credit 7.2 Heat Island Effect—Roof 1
			d Credit 8 Light Pollution Reduction 1

Water Efficiency			Possible Points: 10
0	0	0	
Y	?	N	
			d Prereq 1 Water Use Reduction—20% Reduction
			d Credit 1 Water Efficient Landscaping 2 to 4
			<input type="checkbox"/> Reduce by 50% 2
			<input type="checkbox"/> No Potable Water Use or Irrigation 4
			d Credit 2 Innovative Wastewater Technologies 2
			d Credit 3 Water Use Reduction 2 to 4
			<input type="checkbox"/> Reduce by 30% 2
			<input type="checkbox"/> Reduce by 35% 3
			<input type="checkbox"/> Reduce by 40% 4

Energy and Atmosphere			Possible Points: 35
0	0	0	
Y	?	N	

Figura 3.4 - Exemplo do Check-list – lista de critérios do LEED para novas construções (Versão 3) (USGBC, 2010).

**Procedimentos para a certificação:** A própria equipa de projecto poderá realizar uma pré-avaliação através do check-list, e onde são abrangidos os critérios do LEED (pré-requisitos e critérios) adequados ao projecto. Nesta avaliação não é obrigatória a presença de um profissional acreditado pelo LEED, no entanto, um ponto poderá ser garantido caso um membro acreditado pelo LEED faça parte da equipa (existem mais de 100.000 profissionais acreditados) (USGBC, 2010).

Após a finalização do *check-list* e da sua adequada pontuação, bem como comprovativos e cálculos, este poderá ser submetido ao USGBC. A entidade realizará a análise e a revisão final antes de concluir o processo de certificação (ver esquema de certificação LEED na figura 3.5).

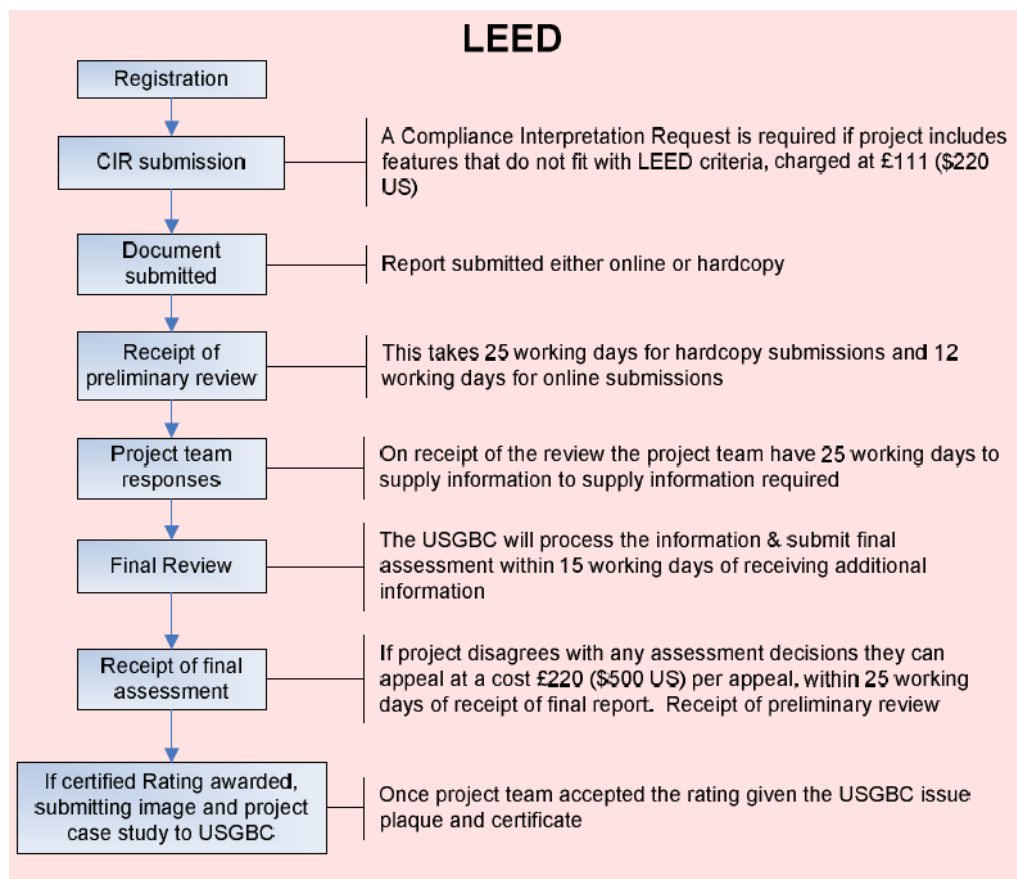


Figura 3.5- Processo de verificação do LEED (Saunders T., 2008).

**Número de edifícios certificados (até Março de 2008)** (Saunders.T, 2008): 1823 (540 habitações e 1283 edifícios comerciais).

**Outras informações:** Outras informações poderão ser verificadas no site oficial: <http://www.usgbc.org/Default.aspx>

### 3.1.4 CASBEE (Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency)

**Origem:** Japão

**Dados Gerais:** Ferramenta desenvolvida em 2004 pela JSBC (Japan Sustainable Building Consortium), organismo formado em 2001, caracteriza-se pela integração de membros da indústria, meio académico e organismos públicos com o apoio do Ministério dos transportes e Infra-estruturas. O sistema CASBEE, que numa primeira fase contou com o contributo do IISBE (International Initiative for a Sustainable Built Environment) para o seu desenvolvimento, possui uma característica única definida pela sua metodologia BEE (Building Environmental Efficiency). Ou seja, a referida característica é uma equação onde é possível calcular o nível de eficiência ambiental sustentável de um edifício, e baseado em princípios fundamentais de qualidade e redução das cargas ambientais. O BEE é definido por valores determinantes que são definidos por duas vertentes (Q-quality e L-Loud) (ver figura 3.6), estruturadas por 6 categorias, 22 subcategorias e aproximadamente por 51 sub itens (critérios).

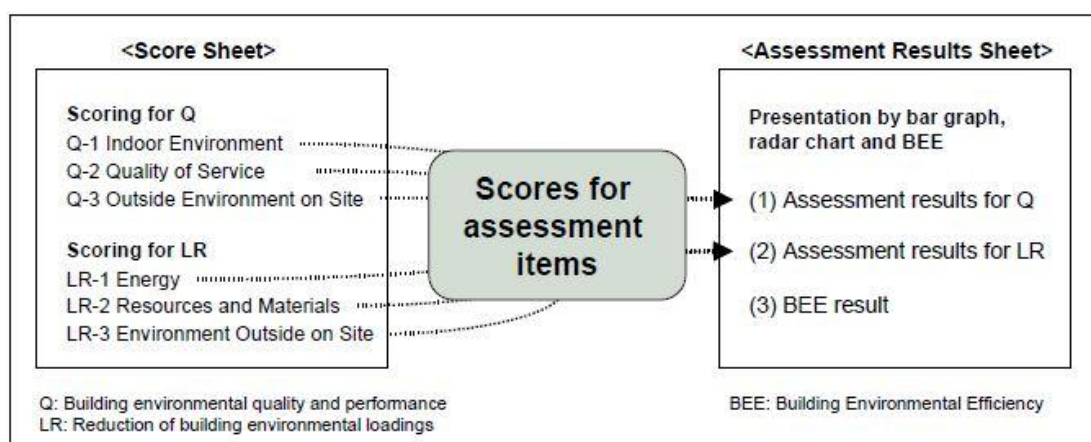


Figura 3.6- Configuração base o CASBEE (Fonte: IBEC, 2004).

Para melhor entendimento da estrutura e o processo de cálculo do CASBEE, apresenta-se a equação BEE, conforme referida abaixo (Equação [3.1]):

$$BEE = \frac{Q: \text{Building environmental quality and perfor}}{L: \text{Building environmental loadings}} = \frac{25 \times (S_Q - 1)}{25 \times (5 - S_{LR})} \quad [3.1]$$

Onde:

$$Q = 25 \times (S_Q - 1)$$

$S_Q$ : Pontuação da categoria Q e define-se pela seguinte equação:

$$S_Q = 0.4 \times S_{Q1} + 0.3 \times S_{Q2} + 0.3 \times S_{Q3}$$

$$L = 25 \times (5 - S_{LR})$$

$S_{LR}$ : Pontuação da categoria L e define-se pela seguinte equação:

$$S_{LR} = 0,4 * S_{LR1} + 0,3 * S_{LR2} + 0,3 * S_{LR3}$$

Sendo:

Q (quality) - Qualidade Ambiental e performance do edifício:

Q1: Ambiente Interior;

Q2: Qualidade dos serviços;

Q3: Ambiente exterior.

L (Load) – Redução das cargas ambientais do edifício:

L1: energia;

L2: Recursos e materiais;

L3: Ambiente fora do local (off-site environmental).

Através da equação BEE, pode observar-se que quanto menor a carga ambiental do edifício maior será o desempenho ambiental final. Além disso, é possível distinguir claramente as duas vertentes que um edifício deverá ter em consideração e que representa a própria tendência histórica observada em países desenvolvidos. Numa primeira fase a preocupação com a qualidade e conforto dos ocupantes (Q – Quality), e numa segunda fase os impactes ambientais causados pelo edifício em sua envolvente (L- loud) (ver figura 3.7).

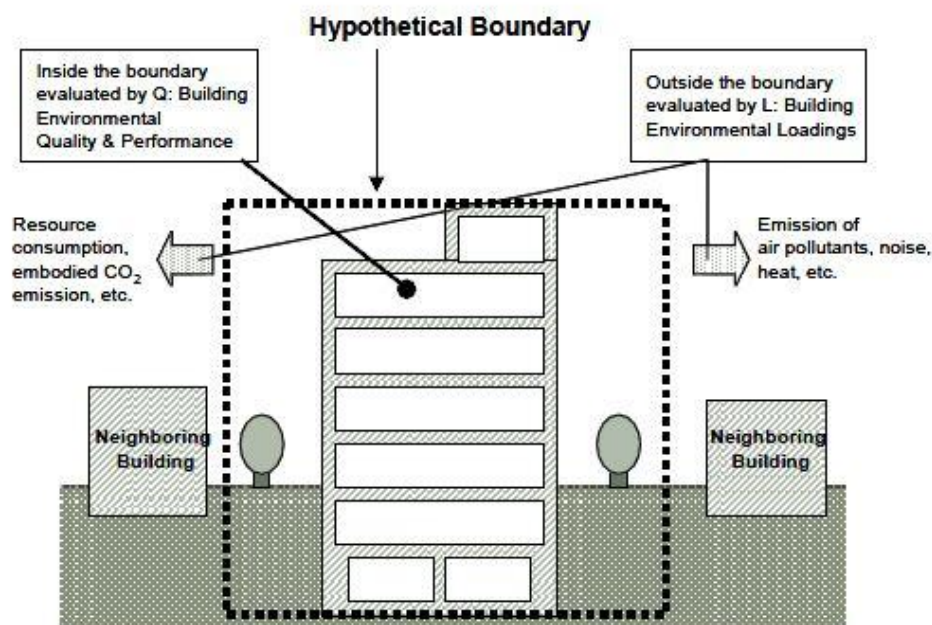


Figura 3.7- Hipotético limite definido entre o edifício e sua envolvente (Fonte: IBEC, 2004).



**Este processo evolutivo, onde o edifício é visto e analisado para além da sua fronteira física, é uma preocupação que está presente nas ferramentas voluntárias de sustentabilidade, no entanto, em nenhuma outra de forma tão evidente como no cálculo de avaliação final (BEE) definido no CASBEE.**

O sistema CASBEE tem a função de avaliar os impactos através de todo ciclo de vida de um edifício, principalmente os impactes e problemas peculiares de regiões do Japão e dos restantes países da Ásia (por exemplo, através da inserção de critérios relacionados a terremotos e ventos ciclónicos).

Além da avaliação do desempenho de edifícios, também é possível identificar as seguintes vantagens através do referido sistema:

- Reconhecer e certificar edifícios sustentáveis;
- Apoiar os governos locais através da sua introdução em directivas locais, tais como as que foram realizadas e adaptadas para Nagoya, Osaka e Yokohama;
- Auxiliar auditorias para obtenção de certificações (exemplo: ISO14001);
- Utilizar em concursos públicos e privados (Nacionais e internacionais) e fundos comunitários, de forma a demonstrar a eficiência ambiental das propostas.

Deste modo e para a sua devida difusão, foram desenvolvidos 4 diferentes versões (nomeadas, família CASBEE) que abrangem as diferentes fases de desenvolvimento de um projecto, sendo esses:

- Prospeção e concepção (CASBEE PB - Pre-design): Para projectos ainda em fase de planeamento e escolha do terreno;
- Nova construção (CASBEE NC - New Construction): a utilizar na fase de projecto e construção. É a principal versão utilizada, e é a partir dela que é possível certificar empreendimentos (desde que reconhecido por uma terceira entidade) e propor versões específicas (por exemplo: versões resumidas que podem ser realizadas em aproximadamente duas horas, versões para construções temporárias, avaliação de construções com um ciclo de vida reduzido, e onde é importante focar mais os aspectos de materiais, gestão dos resíduos de construção e demolição);
- Edifício Existente (CASBEE EB – Edifício Existente): para edifícios que tenham sido ocupados no mínimo um ano;

- Renovação (CASBEE RN – Renovation) \_ Esta versão também pode ser utilizada com o intuito de averiguar melhorias e de aumentar o BEE durante fase de renovação do edifício, sector cada vez mais relevante no mercado Japonês.

Todas estas versões podem ser aplicadas em diferentes tipos de edifícios, bem como em edifícios mais complexos com utilização em diferentes tipologias. Nestes casos, será realizado um resultado de acordo com o rácio da área de cada aplicação.

As tipologias abrangidas actualmente pelo CASBEE são:

- Não residenciais: Escritórios, Escolas, Retalho, Restaurantes, Espaço multi-usos, Indústria (excluir área de manufactura).
- Residenciais: Hospitais, Hotéis, Apartamentos.

#### **Classificação atribuída:**

Uma vez que a avaliação esteja completa, os valores determinados nas categorias (Q e L) são inseridos na equação BEE. Somente a partir do resultado desta equação, é que é possível ter conhecimento do resultado final do desempenho ambiental do edifício, e classificá-lo (por ordem crescente):

- **C:** BEE de 0 - 0.49;
- **B-:** BEE de 0.5 – 0.99;
- **B+:** BEE de 1 – 1.49;
- **A:** BEE de 1.5 – 2.99;
- **S:** BEE de 3 (mais elevada classificação).

#### **Categorias estabelecidas:**

Conforme anteriormente mencionado, as categorias do CASBEE são definidas e identificadas por duas vertentes fundamentais relacionadas com factores internos e externos do edifício. Estas categorias são identificadas por subcategorias e subitens (critérios) que poderão ser identificados no site oficial do CASBEE: <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>

#### **Ponderação dos critérios:**

A ponderação das categorias abrangidas pelo CASBEE foi definida pelo consenso comum entre especialistas com conhecimentos científicos e com o contributo de diferentes *stakeholders*

envolvidos num determinado projecto, bem como através de votação e aplicação em casos de estudos.

A ponderação foi definida para os diferentes tipos de utilizações, no entanto pode observar-se uma pequena diferença entre a ponderação definida para a indústria quando comparado com as restantes tipologias, onde se observa a maior importância dada à qualidade do ambiente exterior e menor para o ambiente interior ( ver figura 3.8).

Assessment Fields	Non-factory	Factory
Q-1 Indoor Environment	0.40	0.30
Q-2 Quality of Service	0.30	0.30
Q-3 Outdoor Environment on Site	0.30	0.40
LR-1 Energy	0.40	
LR-2 Resources & Materials	0.30	
LR-3 Off-site Environment	0.30	

Figura 3.8 - Peso aplicado às diferentes categorias abrangidas pelo CASBEE (Fonte: IBEC, 2004).

É importante recordar que a ponderação distribuída entre os diferentes assuntos, não deverá ser analisada de forma isolada, ou seja, deverá ser devidamente somada e inserida na equação final (BEE).

### **Materiais utilizados para a avaliação:**

O material utilizado pelo CASBEE pode ser adquirido através do site <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>, e encontra-se disponível em japonês e inglês. É composto por um Manual Técnico (com instruções de utilização passo a passo e apresentação de casos de estudo), software de avaliação em formato em Excel, e composto por diferentes folhas de cálculo que serão aqui descritas (mais informações poderão ser verificadas no site oficial):

- 1- Folha principal (Main sheet): nesta folha são inseridas as informações gerais do projecto (localização, áreas, tipo de uso...) que serão transferidas para a folha de resultados;
- 2- Folhas de entrada de dados (Score Main Sheets): estas folhas são preenchidas pelo assessor e estão subdivididas por seis categorias, cada uma numa folha de cálculo individualizada (Q1, Q2, Q3, L1, L2, L3) que representa as características ambientais do projecto identificadas pelos seus respectivos critérios. Caso algum critério (sub item) não seja aplicável ao projecto, é durante o preenchimento destas folhas, que os referidos critérios deverão ser excluídos e o seu peso redistribuído entre os restantes critérios;

3- Folha de contagem (Score Sheet): é o resultado final de todas as informações e valores inseridos nas folhas de entrada de dados. Nesta etapa os resultados obtidos pelos critérios são multiplicados pelo peso final (ponderação), e assim são somados os valores resultantes de cada categoria (SQ1, SQ2, SQ3, SL1, SL2, SL3), e de seguida utilizados na equação final (BEE).

4- Folha de resultado Final (Result): Documento onde são identificados os resultados finais (Relativo e global) do desempenho ambiental do edifício. O resultado relativo por categoria, pode ser visualizado através dos gráficos (radar e de barras)(ver figura 3.9), enquanto o Resultado Global através dos resultados adquirido no BEE (ver figura 3.10).



Figura 3.9- Resultado definido pelas categorias do CASBEE (apresentados por gráfico) (Fonte: IBEC, 2004)

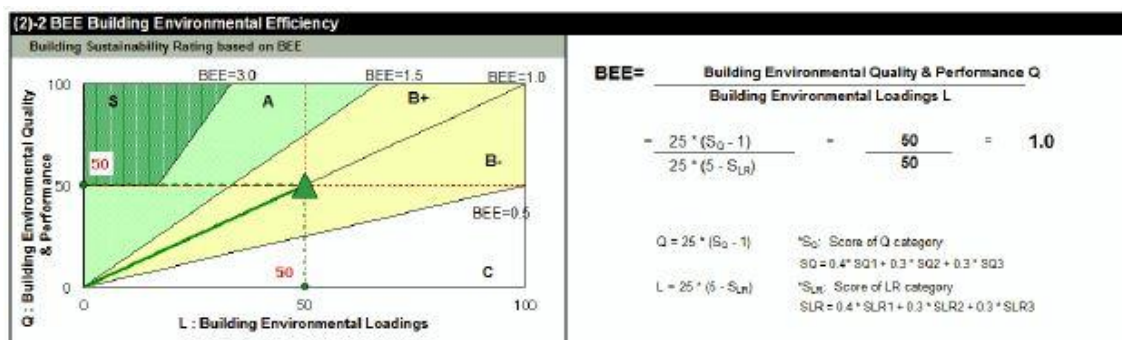


Figura 3.10 - Resultado global do CASBEE (apresentado através da equação BEE) (Fonte: IBEC; 2004).

**Procedimentos para a certificação:** Mais informações sobre a certificação poderão ser verificadas no site oficial do CASBEE: <http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>

**Número de edifícios certificados (até Março de 2008):**

Até Março de 2008 foram certificados 23 edifícios (todos não domésticos) e estavam em processo de certificação 2011 submissões (muito se deve a introdução do CASBEE as directivas e exigências governamentais locais).

Dos edifícios certificados pode concluir-se que 70% (16 edifícios) obtiveram classificação S, 26% (6 edifícios) classificação A e somente 4% (1 edifício) B+.

Quanto aos profissionais (assessores) acreditados pelo CASBEE, a procura tem sido cada vez maior, actualmente encontram-se inscritos 1600 assessores em todo o país.

**Outras informações:** Outras informações poderão ser verificadas no site oficial:

<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>

### **3.1.5 LiderA (Liderar pelo ambiente para a construção sustentável)**

**Origem:** Portugal

**Dados Gerais:** Esta ferramenta, ainda bastante recente (em 2007 foram realizadas as primeiras certificações), representa a primeira ferramenta voluntária de avaliação da sustentabilidade realizada a nível nacional, e tendo sido desenvolvida pelo Professor Eng. Manuel Duarte Pinheiro. Assim como outras ferramentas, o seu objectivo é avaliar os níveis de desempenho ambiental na perspectiva da sustentabilidade. Esta avaliação constitui-se pela definição de seis vertentes (princípios bases), vinte e duas áreas de actuação e através de quarenta e três critérios.

Os princípios bases do LiderA 2.0 (Pinheiro M., 2009) são definidos pelas seguintes categorias:

- Valorizar a dinâmica local (Integração local) (composto por 3 áreas de actuação e 6 critérios);
- Fomentar a eficiência do consumo dos recursos (Recursos) (5 áreas de actuação e 9 critérios);
- Reduzir o impacte das cargas (cargas ambientais) (5 áreas de actuação e 8 critérios);
- Garantir adequada qualidade do ambiente (conforto ambiental) (3 áreas de actuação e 4 critérios);
- Fomentar as vivências socioeconómica (vivência socio-económica)(5 áreas de actuação e 13 critérios). Este princípio vem substituir a área de actuação - Durabilidade e acessibilidade, definida na versão 1.2 ;
- Garantir adequada gestão ambiental e inovação (2 áreas de actuação e 3 critérios).

Os princípios base do LiderA são verificados em três diferentes níveis (estratégico, projecto e Gestão do ciclo de vida) e nas diferentes fases do empreendimento (desde a concepção até à

demolição). Entretanto, e dependendo da fase em que este está a ser avaliado, poderá obter-se o **Reconhecimento** do sistema (caso seja avaliado ainda em fase de projecto) ou a **Certificação** (caso a avaliação seja realizada em fase de utilização do edifício).

Actualmente a versão LiderA 2.0 encontra-se destinada não somente para edifícios (habitações, comércio e serviços, turismo...) como também para espaços exteriores e diferentes escalas urbanas. A sua estrutura facilmente poderá ser adaptada a outras tipologias, basta que seja identificado o padrão de limiares para que a partir daí seja definida a sua adequada classificação.

Quanto às entidades envolvidas durante o processo de avaliação do Sistema LiderA, podem-se destacar três entidades fundamentais (Pinheiro M., 2005):

#### 1- As equipas de desenvolvimento e de gestão do sistema:

Equipa de desenvolvimento é responsável pelo:

- Desenvolvimento de requisitos;
- Definição de limiares e ponderação;
- Efectuar as publicações técnicas.

Equipa de Gestão:

- Promover e gerir o sistema;
- Assegurar a conformidade com o código de conduta LiderA

#### 2- Verificadores

Os verificadores de um projecto são definidos pela equipa de desenvolvimento e gestão, sendo esses especialistas na área, e independentes em relação ao empreendimento. Estes têm as seguintes funções:

- Concordar com a exclusão de determinados critérios propostos pelo assessor;
- Rever a avaliação realizada pelo assessor;
- Verificar a conformidade com o código de conduta LiderA;
- Se desejarem, também poderão actuar como assessores.

#### 3- Assessores (ou Facilitadores):

Os assessores são acreditados pelo sistema LiderA, no entanto, são contratados pelos agentes responsáveis dos empreendimentos que queiram obter a certificação LiderA. Estes terão as seguintes funções:

- Avaliar e propor o âmbito, bem como atingir concordância com o verificador;

- Recolher evidências e completar a folha de cálculo para a certificação;
- Actuar como consultores, identificando por exemplo, soluções sustentáveis e promovendo estudos de viabilidade das recomendações efectuadas;
- Responder às questões levantadas pelo verificador;
- Garantir a conformidade com o código de conduta do LiderA.

### **Classificação atribuída:**

O sistema de classificação atribuído pelo LiderA possui uma estrutura bastante similar à definida para a Certificação Energética dos edifícios (a nível Europeu) e selo energético dos equipamentos. Esta é definida por uma classificação de A, A<sup>+</sup> e A<sup>++</sup> (para os edifícios com melhores desempenho) e até G (pior desempenho), e tendo como base um valor de referência para o País (E), ou seja, deve, no mínimo, cumprir os regulamentos nacionais. Neste sentido, a classificação aplica-se da seguinte maneira:

- A<sup>++</sup>: (superior a 70% de E);
- A<sup>+</sup>: (de 55% a 69%);
- A: (de 40 a 54%);
- B: (de 30 a 40%);
- C: (de 20 a 29%);
- D: (de 10% a 19%);
- E: Limiar (conformidade legislativa);
- F: não identificado;
- G: não identificado.

O **Reconhecimento** ou a **Certificação** de um empreendimento pelo sistema LiderA somente é atribuído quando o desempenho ambiental for igual ou superior à classificação C.

### **Categorias estabelecidas:**

Conforme anteriormente mencionado, as categorias (identificadas por Vertentes) são definidas por seis princípios base, representados por vinte e duas áreas de actuação e quarenta e três critérios (ver tabela 3.1).



Tabela 3.1 - Estrutura da Ferramenta LiderA2.0, organizada pelas diferentes vertentes, áreas de actuação e critérios (LiderA, 2009)

VERTENTES	ÁREA	Wi	Re q.	CRITÉRIO	NºC
INTEGRAÇÃO LOCAL	SOLO	7%	S	Valorização Territorial	C1
				Optimização ambiental da	C2
	ECOSSISTEMAS NATURAIS	5%	S	Valorização ecológica	C3
				Interligação de habitats	C4
	PAISAGEM E PATRIMÓNIO	2%	S	Integração Paisagística Local	C5
				Protecção e Valorização do	C6
RECURSOS	ENERGIA	17%	S	Certificação Energética	C7
				Desenho Passivo	C8
				Intensidade em Carbono (eficiência dos equipamentos)	C9
	ÁGUA	8%	S	Consumo de água potável	C10
				Gestão das águas locais	C11
	MATERIAIS	5%	S	Durabilidade	C12
				Materiais locais	C13
				Materiais de baixo impacto	C14
	ALIMENTARES	2%	S	Produção local de alimentos	C15
CARGAS AMBIENTAIS	EFFLUENTES	3%	S	Tratamento das águas residuais	C16
				Caudal de reutilização de águas	C17
	EMISSIONES ATMOSFÉRICAS	2%	S	Caudal de Emissões Atmosféricas	C18
	RESÍDUOS	3%	S	Produção de resíduos	C19
				Gestão de resíduos perigosos	C20
				Reciclagem de resíduos	C21
	RUÍDO EXTERIOR	3%	S	Fontes de ruído para o exterior	C22
	POLUIÇÃO ILUMINO-TÉRMICA	1%	S	Efeito térmicos (ilha de calor) e luminosos	C23
CONFORTO AMBIENTAL	QUALIDADE DO AR	5%	S	Níveis de Qualidade do ar	C24
	CONFORTO TÉRMICO	5%	S	Conforto térmico	C25
	ILUMINAÇÃO E ACÚSTICA	5%	S	Níveis de iluminação	C26
				Isolamento acústico/Níveis sonoros	C27
VIVÊNCIA SÓCIO-ECONÓMICA	ACESSO PARA TODOS	5%	S	Acesso aos transportes Públicos	C28
				Mobilidade de baixo impacto	C29
	CUSTOS NO CICLO DE VIDA	2%	S	Acesso para todos - Soluções inclusivas	C30
				Baixos custos no ciclo de vida	C31
	DIVERSIDADE ECONÓMICA LOCAL	4%	S	Flexibilidade - Adaptabilidade aos usos	C32
				Dinâmica Económica Local	C33
				Trabalho Local	C34
	AMENIDADES E INTERACÇÃO SOCIAL	4%	S	Amenidades locais	C35
				Interacção com a comunidade	C36
	PARTICIPAÇÃO E CONTROLO	4%	S	Capacidade de controlo	C37
				Governância e Participação	C38
				Controlo dos riscos naturais	C39
GESTÃO AMBIENTAL E INOVAÇÃO	GESTÃO AMBIENTAL	6%	S	Controlo das ameaças humanas	C40
				Condições de utilização ambiental	C41
	INOVAÇÃO	2%	S	Sistema de gestão ambiental	C42
				Inovações	C43

### Ponderação dos critérios:

A ponderação é definida através das áreas de intervenção e é expressa em percentagem.

Observa-se na figura 3.11 que a ponderação global é identificada para cada vertente, e a ponderação parcial é definida pelas áreas de actuação e não por critérios. Desta forma, caso algum



critério seja excluído, em função do tipo e especificidade de um projecto, a pontuação é redistribuída entre os restantes critérios de uma mesma área de actuação, ou entre as áreas de actuação abrangidos por uma mesma vertente.

Observa-se no quadro abaixo (Figura 3.11) a ponderação predefinida para as seis vertentes do Sistema LiderA:

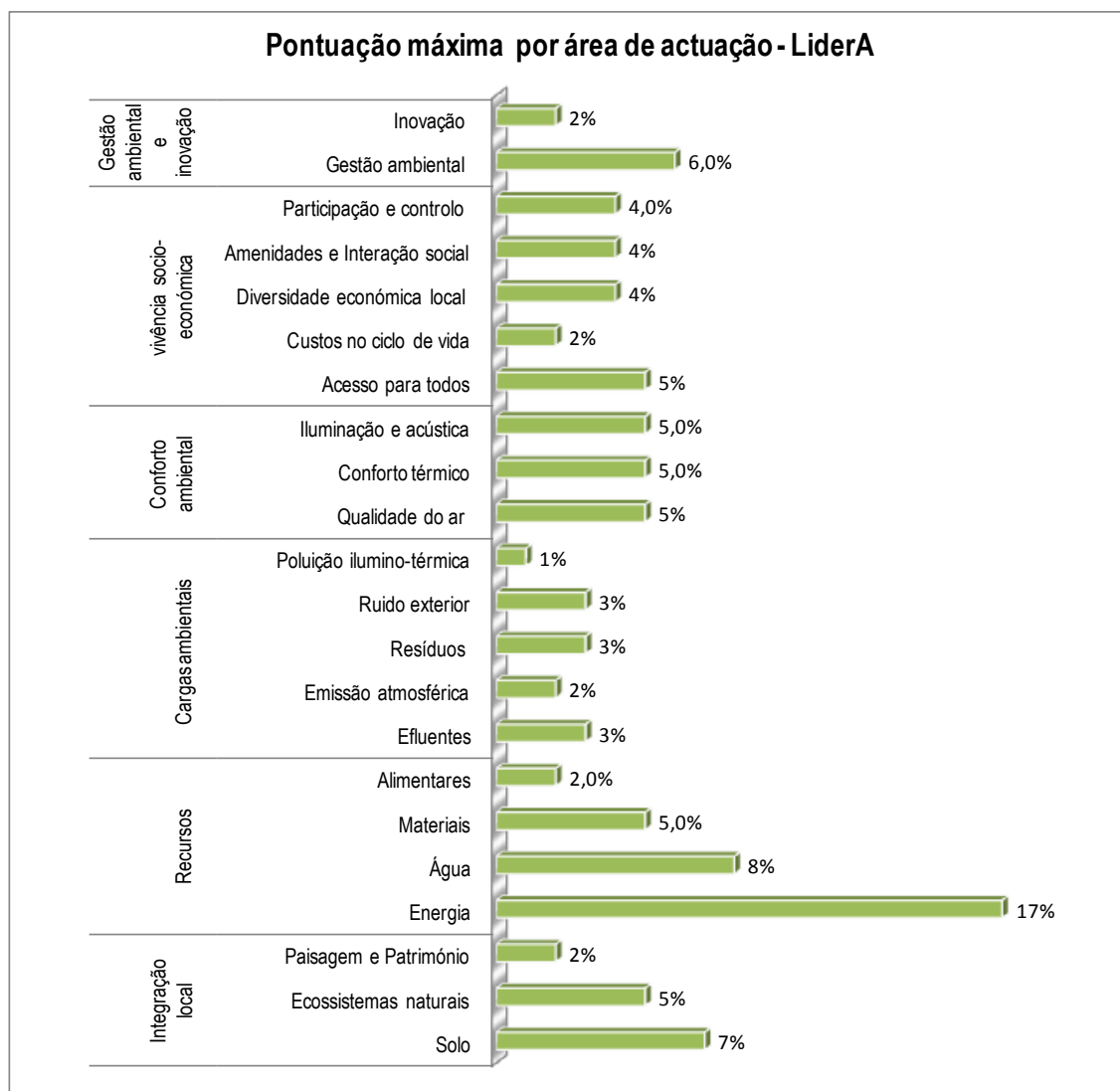


Figura 3.11 - O peso aplicado as diferentes categorias (áreas de actuação) abrangidas pelo sistema LiderA 2.0 (Fonte: LiderA, 2009).

### Materiais utilizados para a avaliação:

O material utilizado pelo sistema LiderA resume-se a uma tabela de cálculo que poderá ser utilizada como pré-avaliação, e para o próprio preenchimento realizado pelo assessor, que servirá como identificação dos critérios cumpridos e linha de orientação para a preparação do dossier dos comprovativos. A folha de cálculo deverá ser preparada com base na tipologia e especificidade do

empreendimento. Neste sentido, será realizada a adaptação dos critérios e definição dos limiares antes da sua utilização.

### **Procedimentos para a certificação:**

O procedimento para a certificação deverá seguir os seguintes passos:

1º Passo: Manifestação de interesse e preenchimento da ficha de interesse de aplicação.

2º Passo: Reunião entre a equipa de desenvolvimento LiderA, assessor e dono da obra, de forma a se realizar uma análise preliminar do projecto. Nesta fase são escolhidos os verificadores (especialistas independentes em relação ao empreendimento), são definidas as datas, programas e materiais que deverão ser disponibilizados no dia da verificação.

3º Passo: Reunião entre assessor, responsável do desenvolvimento e verificador do LiderA, para definir aplicabilidade dos critérios base e definição dos limiares.

4º Passo: O Assessor contratado pela empresa deverá promover boas práticas, analisar e evidenciar critérios, e por fim preparar o dossier de comprovativos.

5º Passo: Verificação do dossier de comprovativos e realização de auditoria por parte da equipa LiderA /verificadores. Nesta fase, os verificadores analisarão a classificação do empreendimento e apresentarão os elementos que deverão ser esclarecidos pelo assessor / dono da obra.

6º Passo: Após o esclarecimento das dúvidas, procede-se à avaliação final e à classificação do empreendimento. É importante recordar que somente as classificações iguais ou superiores a “C” poderão obter o Reconhecimento ou a Certificação LiderA.

**Número de edifícios certificados (até Outubro de 2010):** 17 empreendimentos certificados (5 certificados em Outubro de 2007). Dos edifícios certificados um obteve a classificação B e os restantes obtiveram a classificação A+ (2 empreendimento) e A (14 empreendimentos). Estes empreendimentos, conforme definido pela ferramenta, representam um desempenho ambiental 50% superior às práticas actuais do País.

**Outras informações:** Os encargos são definidos em função da tipologia e da dimensão do empreendimento. Informações actualizadas poderão ser verificados no site oficial do LiderA:

<http://www.lidera.info>

### 3.1.6 SBTool<sup>PT</sup> (Sustainable Building Tool Portugal)

**Origem:** Portugal

**Dados Gerais:** O **SBTool<sup>PT</sup>**, denominado *Sustainable Building Tool*, refere-se a uma adaptação à realidade Portuguesa da Metodologia SBTool, sendo esta de origem canadiana e desenvolvida em 1996 pelo GBC (*Green Building Challenge*). Actualmente, encontra-se sob a coordenação do IISBE (*International Initiative for a Sustainable Built Environmental*), também responsável pela sua implementação em mais de 25 países. Conforme anteriormente referido, o **SBTool** é reconhecido por ser uma das primeiras metodologias a propor um sistema de avaliação com elevada adaptabilidade e flexibilidade internacional, e assim sendo facilmente adaptado a diferentes países e regiões sem que seja alterada a sua metodologia base/comum.

A versão Portuguesa, recentemente lançada em Julho de 2009, encontra-se disponível para ser adaptada a diferentes tipologias, como seja a habitação (actualmente testada), escritórios, edifícios públicos, empreendimentos turísticos, entre outros.

Através desta ferramenta é possível avaliar e classificar o desempenho de um empreendimento através de dois níveis de referência (adaptados ao contexto nacional): melhor prática e prática convencional (IISBE<sup>PT</sup>, 2009).

O SBTool<sup>PT</sup>, que possui como um dos objectivos a conformidade com a futura norma ISO CEN/TC 350 (Sustainability of Construction Works - Assessment of Environmental Performance of Buildings), procurou em seu processo de avaliação limitar os critérios qualitativos e subjectivos, e com o intuito de aumentar a transparência e a fiabilidade do sistema.

Na figura 3.12 apresenta-se a estrutura resumo do sistema SBTool<sup>PT</sup>, e que é definida pelas três dimensões da sustentabilidade (ambiente, sociedade e economia). Nesta estrutura é possível verificar que a avaliação do desempenho e a certificação de um edifício em avaliação é obtido através da comparação de "benchmarks" existentes, e que foram definidos por dois níveis de referência (conforme anteriormente relatado).

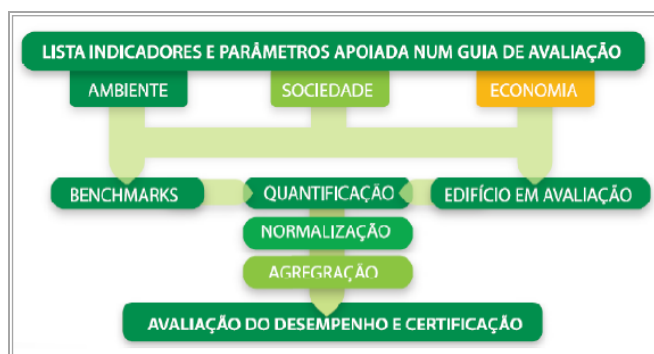


Figura 3.12 - Estrutura do sistema SBTool<sup>PT</sup> (Fonte: IISBE<sup>PT</sup>, 2009).

**Classificação atribuída:** A classificação atribuída pela Ferramenta SBTool<sup>PT</sup> segue o mesmo procedimento aplicado ao sistema de Certificação energética dos edifícios aplicado em Portugal, afim, de manter a mesma métrica nacional estabelecida.

Neste sentido, a classificação de cada parâmetro, bem como da avaliação final definido por cada categoria e pelas diferentes dimensões (ambiental, social e económica), encontra-se delimitada entre E (pior prática) e A+ (melhor prática) (ver figura 3.13, 3.14 e 3.15). A conversão para esta escala de valores, deve-se a um processo de normalização estabelecido e definido entre 0 (prática convencional) a 1 (melhor prática), que tem como objectivo principal tornar possível a comparação dos resultados dos diferentes parâmetros.



Figura 3.13- Classificação aplicada a cada parâmetro, definido pela ferramenta SBTool<sup>PT</sup> (Fonte: IISBE<sup>PT</sup>, 2009).

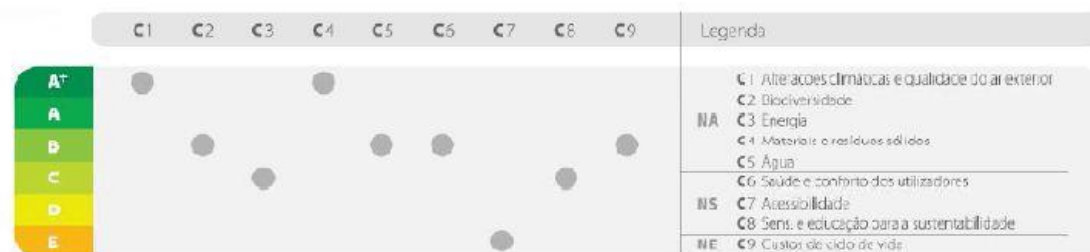


Figura 3.14- Classificação final da ferramenta SBTool<sup>PT</sup> definida por categoria ( Fonte: IISBE<sup>PT</sup>; 2009)



Figura 3.15 - Classificação final da ferramenta SBTool<sup>PT</sup> definida por dimensão (Fonte: IISBE<sup>PT</sup>; 2009).

**Categorias estabelecidas:** As nove categorias estão distribuídas entre as três dimensões definidas pela ferramenta (ambiente, sociedade e economia). Dentro destas categorias, encontram-se

definidos vinte e cinco parâmetros. As categorias definidas pelo SBTTool<sup>PT</sup> encontram-se organizadas da seguinte forma::

Dimensão Ambiental:

- C1- Alteração climática e qualidade do ar exterior (agrega-se o parâmetro 1 (P1));
- C2- Biodiversidade (agregam-se 5 parâmetros: P2 a P6);
- C3- Energia (agregam-se 2 parâmetros: P7 a P8);
- C4- Materiais e resíduos sólidos (agregam-se 5 parâmetros: P9 a P13);
- C5 - Água (Agregam-se 2 parâmetros: P14 e P15).

Dimensão social:

- C6- Saúde e conforto dos utilizadores (Agregam-se 5 parâmetros: P16 a P20);
- C7- Acessibilidade (Agregam-se 2 parâmetros: P21 e P22);
- C8- Sensibilização e educação para a sustentabilidade (agrega-se o parâmetro P23).

Dimensão Económica:

- C9- Custos de ciclo de vida (agregam-se 2 parâmetros: P24 e P25).

**Ponderação dos critérios:** O sistema de peso definido em percentagem, apresenta-se através de três diferentes níveis de desempenho, ou seja, poder-se-á verificar que o processo de ponderação apresenta-se aplicado a cada parâmetro e a cada categoria, e no final a cada dimensão do sistema. Isto deve-se ao facto dos parâmetros não possuírem pesos equivalentes, além de poderem ser alterados em função do contexto e das prioridades locais durante um processo de avaliação.

**Materiais utilizados para a avaliação:**

O material utilizado pelo sistema Sbttool<sup>PT</sup> resume-se à utilização de um **guia de avaliação**. Através deste guia, o avaliador qualificado poderá quantificar o desempenho do edifício ao nível dos parâmetros, categorias e dimensões, afim de calcular o desempenho global do edifício. Através deste guia poderão ser encontrados os objectivos, a aplicabilidade e o contexto, bem como todo o processo de cálculo vinculado aos diferentes parâmetros. (Mateus R., 2009).

Além do guia de avaliação, será disponibilizado aos avaliadores qualificados uma ferramenta de cálculo, chamada **Simulador SBTTool<sup>PT</sup>**, a ser disponibilizada online e com o intuito de facilitar o processo de avaliação da ferramenta.

### Procedimentos para a certificação:

A figura 3.16 resume os procedimentos necessários para a avaliação e emissão do Certificado de sustentabilidade, e que são definidos pela Ferramenta SBTTool<sup>PT</sup>.

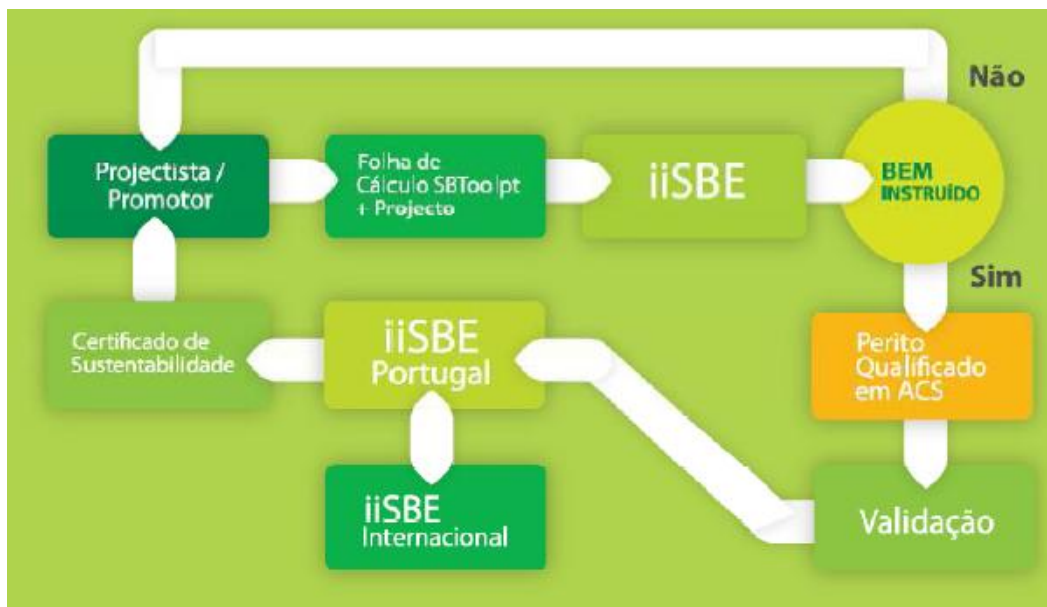


Figura 3.16- Processo de Avaliação e emissão do certificado (Fonte: IISBE<sup>PT</sup>, 2009).

**Número de edifícios certificados (até Dezembro de 2009):** Pelo facto da ferramenta ser ainda muito recente, não existe até ao momento conhecimento do número de edifícios em processo de verificação. No entanto, confirma-se a sua aplicabilidade prática e consistência dos resultados, através de sua utilização-teste realizada por diferentes equipas de projecto e da existência de três empreendimentos já avaliados e devidamente certificados.

### Outras informações:

Os encargos são definidos em função da complexidade e da dimensão do empreendimento. Informações actualizadas poderão ser verificadas no site oficial do SBTTool<sup>PT</sup>:

[www.sbtool-pt.com](http://www.sbtool-pt.com)

Entre as ferramentas analisadas, observa-se que um dos principais factores para a sua disseminação, é a utilização de mecanismos de pré-diagnóstico disponibilizados gratuitamente por alguns métodos (exemplo: LEED e BREEAM), ao contrário do que se verifica em ferramentas nacionais (LiderA e Sbttool<sup>PT</sup>). Este tipo de recurso acaba por transmitir mais transparência à ferramenta, tornando-a assim mais esclarecedora e de fácil visualização. Estas ferramentas (LEED e BREEAM), por usufruírem de sistemas de pré-avaliação ou de “check-list”, podem ser mais

facilmente utilizadas pelas equipas de projecto ou pelo público-alvo, de modo a terem acesso a uma pré-classificação (provisória e não oficial) do seu projecto.

A existência de uma pré-avaliação facilitada e acessível ao público e projectistas, poderá ser um importante recurso de disseminação da ferramenta de sustentabilidade. Dependendo da pré-avaliação realizada, este poderá ser um grande incentivo para as empresas darem continuidade ao processo de certificação, de forma a torná-lo oficial, ou pelo contrário, quando não adequado, utilizá-lo no próprio processo de melhoria do projecto. Além disso, o acesso público aos critérios estabelecidos pela ferramenta poderá ser um contributo para a mudança na mentalidade projectual e construtiva.

### **3.1.7 Aplicações futuras – Ferramentas para o Mercado globalizado.**

Actualmente, um dos principais desafios para os diferentes métodos de avaliação de sustentabilidade anteriormente analisados, bem como outras ferramentas espalhadas pelo Mundo, define-se na capacidade de internacionalizar e na obtenção do reconhecimento em outros países. Devido à actual dinâmica do mercado globalizado, a tendência será a procura por parte de investidores internacionais e promotores, de ferramentas que possuam o melhor reconhecimento internacional. Não se identificando como tarefa fácil, este desafio prende-se em alguns obstáculos definidos pela inadaptação de alguns critérios de sustentabilidade às realidades específicas regionais ou nacionais.

Neste sentido, os procedimentos principais passam pela flexibilidade e a adaptabilidade que deve ser permitida na análise de alguns critérios. Em suma, pretende-se que alguns requisitos devam ser reavaliados de forma a permitir o seu melhor enquadramento em relação às especificidades dos diferentes países e regiões, e assim demonstrar um claro interesse em promover a utilização desses critérios. Neste processo deverá incluir-se:

- Conhecimento dos regulamentos nacionais, dos métodos construtivos, as características climatéricas, as diferenças culturais, os hábitos sociais e a oferta de mercado (produtos e serviços);
- Intervenção e apoio de especialistas locais nas diferentes categorias de critérios analisados;
- Definição de dados de referência, com o fim de determinar modelos de melhores práticas com base numa solução convencional.

Neste contexto, observaram-se algumas iniciativas criadas para adequar e preparar os diferentes métodos de avaliação da sustentabilidade para este novo desafio. Entre estas destacam-se as seguintes:

- Método SBTool - Conforme anteriormente relatado (secção 3.1.2), a metodologia SBTool define-se como uma estrutura base para classificar a performance de sustentabilidade dos edifícios, bem como tem a característica principal de ser adaptável aos diferentes países. A sua base metodológica contribuiu para o processo de desenvolvimento de ferramentas em diferentes países, tal como ocorreu em Portugal, Japão, Espanha, Itália, ao mesmo tempo que providencia dados absolutos para comparações internacionais (Larsson N., 2007).
- Organizações não governamentais (nomeadamente WGBC e IISBE) - Organizações como World Green Building Council (WGBC) e International Initiative for a Sustainable Built Environmental (IISBE), têm contribuído para a disseminação da construção sustentável, promovendo uma rede de intercâmbio entre diferentes países através de Conferências e Foros Internacionais, bem como definindo estratégias de redução da emissão de CO<sub>2eq</sub> e redução dos impactes dos ambientes construídos. Outras iniciativas promovidas por estas entidades incluem o reconhecimento e o suporte técnico aos diferentes métodos de avaliação da sustentabilidade desenvolvidos nos diferentes países. De acordo com uma entrevista com Andrew Bowerbank (director da WGBC) e Nils Larsson (Director executivo do IISBE) publicada pela revista *GreenSource Magazine*<sup>10</sup>, concluiu-se que o IISBE, com uma vertente mais voltada para a comunidade académica e de investigação, acaba por não produzir conflitos com o foco industrial do WGBC. Pelo contrário, o IISBE acaba por incentivar os países filiados que pretendem realizar a certificação, a juntarem-se ao WGBC, tal como ocorreu com o grupo em Espanha que se tornou membro de ambas instituições.
- Organizações de Normalização, nomeadamente Centro Europeu de Normalização (CEN) e a Organização Internacional de Normalização (ISO) - As organizações de Normalização, no intuito de normalizar os sistemas de avaliação da sustentabilidade do edifício, estão a definir parâmetros e indicadores comuns para analisar a sustentabilidade e os materiais de construção constituintes em todo o ciclo de vida de um edifício. Entre os trabalhos em desenvolvimento, destacam-se o CEN/TC 350 ("Sustainability of Construction Works – Assessment of Environmental Performance of Buildings"), onde estão a ser contemplados indicadores relacionados ao desempenho ambiental (prEN 15643-2), social (prEN 15643-3) e económico (prEN 15643-4) (CRWP, 2007).
- SBalliance - fundada pelo BRE Global e CSTB, em Maio de 2008, conta actualmente com 39 membros, entres estes UNEP, CIB e o IISBE (este último, foi convidado a desenvolver a

---

<sup>10</sup> Nadav Malin (2009). **A Council of Councils: Green building pursues a voice on the world stage**. USA: *GreenSource Magazine*. Publicada *online* em Maio de 2009



primeira fase dos indicadores comuns para o SBAlliance). Esta iniciativa possui como objectivos principais: promover a homogeneização, compartilhando uma linguagem comum, facilitando o intercâmbio de dados entre ferramentas, desenvolvimento de instrumentos mais exigentes, bem como determinando os indicadores chaves que deverão estar presentes durante a avaliação dos edifícios e áreas urbanas.

Ressalva-se que o SBAlliance tem uma vertente de investigação e que não tem qualquer consequência entre o relacionamento comercial entre membros (BREGlobal, 2009).

- BREGlobal (e International Building Alliance (ISA)) - Iniciativas promovidas pelo Building Research Establishment (BRE) para a internacionalização do BREEAM, entre estas, enumeram-se as seguintes acções:
  - Adaptação do método de avaliação BREEAM para os diferentes países europeus, aplicando os Regulamentos Nacionais, bem como respeitando a cultura, processo construtivo e hábitos locais. A Holanda foi o primeiro país a realizar esta versão e mais recentemente identificam-se outros países como Irlanda, Turquia, Espanha, Dinamarca, entre outros;
  - Lançamento em Outubro de 2009 da Ferramenta BREEAM\_Europe, destinada aos países europeus que pretendam certificar os seus empreendimentos (Comercial, escritórios e Indústria) com o método BREEAM. Igualmente, e tal como acontece com o BREEAM\_Gulf (aplicado para a zona do Golfo Pérsico), ambas as ferramentas são bastante flexíveis (no entanto, não menos exigentes) na adaptação à realidade local;
  - Formação de mais de quatrocentos assessores internacionais, que poderão actuar nos diferentes países;
  - Definição de acordos com diferentes instituições, entre estes destaca-se o Memorando de Entendimento ("*Memo of Understanding*") firmado com a Instituição CSTB, e com o objectivo de alinhar o BREEAM e o HQE (Ferramenta de avaliação da Sustentabilidade Francesa) afim, de evitar duplicação de trabalhos e eventuais distúrbios no mercado Francês. Devido às diferenças **técnicas e estruturantes**, o alinhamento proposto constitui um trabalho bastante complexo. Ambas as certificações continuaram disponíveis no mercado, de forma independente, entretanto o processo de certificação será garantido por um único órgão de certificação: a Certivéa;
  - Outro acordo firmado, destaca-se pelo Memorando de Entendimento entre as instituições detentoras das três ferramentas BREEAM, LEED e Green Star, que tem

como objectivo, desenvolver uma métrica comum para medir as emissões de CO<sub>2eq</sub> de novos edifícios.

### **3.2 Ferramentas de análise do comportamento do edifício - Ferramentas Auxiliares.**

Na secção anterior mostrou-se a disseminação em alguns países de diferentes métodos de avaliação, a partir dos anos 90, para reconhecer e certificar os edifícios que tenham sido desenvolvidos com base nos princípios da sustentabilidade. A utilização de uma destas ferramentas voluntárias de sustentabilidade, bem como, a necessidade de manter-se em conformidade com recentes Regulamentos Nacionais e Europeus, no âmbito da eficiência energética, cada vez mais, têm-se verificado a necessidade em recorrer a diferentes ferramentas auxiliares para contribuir e responder a especificidades relacionadas com as características e comportamento do edifício. Com base neste contexto, esta secção dedica-se a analisar uma pequena amostra de ferramentas disponíveis no mercado.

#### **3.2.1 Contextualização**

Durante muitos anos o processo projectual, no que se referia à disposição de aberturas para ventilação e iluminação natural, aproveitamento solar, forma do edifício, e materiais a serem empregues, era definido, em grande parte, de forma intuitiva, ou seja, os cálculos estruturais e matemáticos limitavam-se à análise estrutural e da ergonomia dos espaços. Até mesmo os cálculos das potências dos equipamentos a serem instalados, eram habitualmente realizados com base na experiência e em cálculos empíricos, o que muitas vezes resultava em sobredimensionamento das potências instaladas com o conseqüente aumento do consumo e custos de manutenção.

Esta prática dificultava, quer o processo de análise, quer a definição de metas que resultassem no aumento da eficiência, e também gerava entropia no próprio processo de controlo regulamentar.

Outra matéria em que persistia uma forte dificuldade (e que ainda hoje se verifica), era na escolha dos materiais a serem utilizados no desenvolvimento dos projectos. No entanto, e cada vez mais, tem surgido uma maior preocupação com a adequada análise e diminuição dos efeitos relacionados com a escolha de materiais na construção, com o intuito de diminuir o respectivo impacte, bem como a energia incorporada nos mesmos.

Conforme inicialmente referido, a análise do edifício, assente em critérios de rigor e de coerência integrada, é hoje, uma exigência necessária para se poder alcançar, determinar e comprovar um conjunto de acções que foram recentemente estabelecidas por directivas europeias e legislações

nacionais, no intuito de estabelecer objectivos associados à performance energética e à qualidade do ambiente interior (conforme descrito no capítulo 2). No outro lado do mercado, ou seja no topo da diferenciação, e com base no modelo de construção sustentável, surgem as ferramentas voluntárias de sustentabilidade (BREEAM, LiderA, LEED, SBTtool), que igualmente se baseiam num forte recurso às diferentes metodologias que envolvem a análise dos edifícios.

Na referida análise são utilizadas diferentes ferramentas, que além de serem adequadas para atenderem às exigências do mercado (bem como definirem critérios e dinâmicas de acção que se afirmem como um forte veículo de sensibilização), quando conjugadas com as diferentes fases de desenvolvimento de um projecto, poderão contribuir para um inquestionável incremento dos níveis de adaptação, bem como do portfolio de soluções potenciais a serem implementadas num edifício. Neste sentido, esta secção identifica as ferramentas auxiliares de acordo com a sua funcionalidade, e que serão a seguir apresentadas:

- Análise do comportamento térmico;
- Análise para adequado aproveitamento das condições endógenas (energias renováveis).
- Análise do ciclo de vida dos materiais;

### **3.2.2 Análise do Comportamento térmico**

As ferramentas de análise detalhada do comportamento térmico do edifício têm como função determinar as condições ideais de conforto térmico, luminoso e da qualidade do ar, recorrendo ao menor consumo de energia (eficiente), com a consequente redução de emissões de CO<sub>2</sub> (Dióxido de Carbono). Isto acontece devido ao elevado rigor no dimensionamento dos equipamentos, incorporação e incentivo à utilização de soluções mais eficientes do mercado (piso radiantes, "free cooling", entre outros), bem como na efectiva capacidade de otimizar a estrutura/soluções para a envolvente dos edifícios (isolamento, tipo de vidro e sombreamento) (NaturalWorks, 2007).

Os programas disponíveis para calcular o consumo previsível de um edifício, podem ser classificados da seguinte forma:

- Modelos simplificados monozona: Estes modelos fazem à análise do comportamento do edifício como um único volume, ou seja, apenas considerando condições e características mais gerais associadas ao referido volume (localização, temperatura exterior, distâncias e obstáculos, tipo de volume, tipo de envolvente, outros);
- Modelos detalhados multizona: esta análise, sendo muito mais específica do que a anterior, separa o edifício em zonas, quer por pisos existentes, quer atribuindo-lhe diferentes características, como sejam, arquitectónica, dimensão, contacto com o exterior, actividade, climatizadas e não climatizadas, com ou sem contacto com o exterior, etc. Desta forma,

permite a obtenção de um resultado final muito próximo da realidade, desde que assegurados todos os requisitos de informação exigidos pela ferramenta, que contrariamente à anterior, apresenta características de elevada especificidade e pormenorização.

Para a melhor utilização e optimização das características e "outputs" produzidos por estas ferramentas, devem ser identificadas e fornecidas informações (elementos) sobre os factores externos, bem como a especificação das condições de relacionamento entre o edifício e esse mesmos factores externos, como sejam:

- As características do local, tais como: A orientação solar, a direcção do vento dominante, o sombreamento provocado pela envolvente, entre outras.
- Intervenientes internos, onde são analisados: o factor forma do edifício, localização e dimensão das aberturas, os materiais utilizados, a dimensão dos espaços e as actividades existentes, as áreas climatizadas e não climatizadas, bem como outras características de projecto determinantes para a sua adequada análise.

Para se realizar uma adequada simulação energética, é necessário fornecer os seguintes dados:

- Desenho gráfico (geometria, aberturas, orientação solar, dimensões);
- Localização, informações do clima local e da envolvente;
- Informação dos materiais de construção a serem utilizados;
- Informação dos equipamentos que serão utilizados para o adequado funcionamento do edifício,
- Horários e actividades que serão desenvolvidas no edifício, bem como o número de pessoas por área.

A seguir serão exemplificadas algumas ferramentas que se encontram disponíveis no mercado, algumas delas de utilização gratuita, e outras apenas acessíveis de forma comercial.

Assim, inicia-se a referida exemplificação pela ferramenta Energyplus, considerada como uma das ferramentas mais completas, e mais disseminadas no mercado da construção.

**Energyplus:** Esta é uma ferramenta disponibilizada gratuitamente, que é reconhecida pelo ASHRAE 140-2004, e que desenvolve a sua metodologia de acção com base no modelo de simulação dinâmica multi-zona. O Energyplus foi desenvolvido nos Estados Unidos, e resulta da fusão entre dois programas existentes, o DOE-2 e o BLAST- Building Load Analysis and System Thermodynamics, que foram desenvolvidos desde a crise do petróleo, bem como, aquando do

reconhecimento da importância dos edifícios na relação com o consumo de energia (ver figura 3.17).

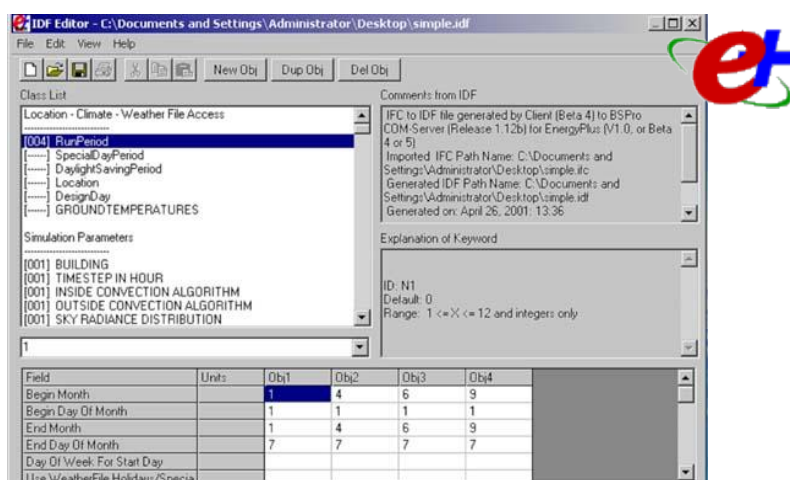


Figura 3.17 - Base para introdução dos dados do projecto (IDF editor - Input Data File) (Fonte: Energyplus, 2008).

#### I. Vantagens do sistema:

Através do Energyplus, e baseado nas características dos edifícios, será possível determinar as necessidades energéticas nos mesmos, de forma a alcançar-se uma previsão bastante detalhada e próxima da realidade expectável. Assim, esta ferramenta incorpora uma relevante base de dados com modelos desenvolvidos em todo mundo, informação sobre dados climáticos, e uma capacidade de simulação que pode ser realizado em intervalos de 10 minutos (método de cálculo dinâmico/transitório). Outra característica fundamental deste software é a capacidade de se adaptar a novos sistemas e de assimilar novos componentes de simulação, o que é uma vantagem já que lhe permite tornar-se numa ferramenta constantemente actualizada e dotada da flexibilidade necessária (com o mínimo de investimento) para o desenvolvimento de novos projectos.

Além das vantagens já descritas, o resultado da referida junção, tem definido outras características, entre elas (Energyplus, 2008):

- Promover soluções simultâneas e integradas de todos os sistemas incorporados e conforme as características do projecto;
- Calcular as transferências de calor em superfícies exteriores e interiores;
- Fornecer dados sobre condutibilidade térmica dos diversos materiais do edifício, individualmente ou resultante da sua composição com outros materiais;
- Produzir modelos de conforto térmico baseados na actividade dos ocupantes, calor libertado pelos equipamentos, humidades entre outros dados;
- Produzir dados com base nos sistemas de AVAC (elevada flexibilidade) e sistemas de ventilação natural instalados;

- Simular trocas de calor com o terreno de implantação;
- Simular modelo de “céu” anisotrópico;
- Realizar cálculos de fenestração avançada;
- Realizar cálculos de iluminação natural e híbridos, bem como o seu controlo;
- Realizar cálculos tendo em conta as poluições atmosféricas no local.

## II. Desvantagens do sistema:

O sistema é bastante complexo, pois além de associar o edifício a todos os equipamentos existentes, também se caracteriza pela utilização de um modelo gráfico que não permite a importação de desenhos de outros ficheiros, como por exemplo do AutoCad, tornando-o assim, ainda mais exaustivo do ponto de vista funcional. Ou seja, o desenho tridimensional deve ser realizado directamente no programa, através do fornecimento de coordenadas para a definição das diferentes dimensões, o que o diferencia de outros softwares que já admitem este tipo de interface, como é o caso do DesignBuilder (UK).

Uma solução bastante usual é conjugar a integração do Energyplus com outras ferramentas que asseguram o interface com o próprio Energyplus, como seja o caso da aplicação do Designbuilder, em que é possível a exportação do desenho "DWF", permitindo assim, que no Energyplus, se possa proceder à preparação do modelo tridimensional de uma forma mais facilitada. Por outro lado, esta integração, também usufruirá de outras informações que poderão ser tratadas e geridas em termos de resultados no próprio software (DesignBuilder), como também permitir a exportação de informações para o Energyplus, para assim se obter uma análise mais detalhada e precisa.

**DesignBuilder:** De origem inglesa (2005), esta ferramenta de simulação de carácter multizona, destaca-se pela sua maior facilidade e rapidez para a modelação 3D de um determinado edifício, bem como pela introdução de informações gerais relativos aos materiais de construção e a equipamentos a serem aplicados (elementos necessários para iniciar a simulação, conforme anteriormente mencionado).

## I. Vantagens do sistema.

Além de ser uma ferramenta “amiga do utilizador”, o DesignBuilder foi a primeira ferramenta com interface para o Energyplus, o que a torna bastante vantajosa e competitiva, uma vez que além de apresentar resultados de simulação directamente através do seu programa (energia e emissão de CO<sub>2eq</sub>), também é possível transferir dados para programas externos (ex. Energyplus), de forma a obter informações mais precisas e específicas.

Outras vantagens:

- Podem ser inseridos dados climáticos de diferentes países;
- É de fácil aprendizagem, devido a uma interface bastante intuitivo;
- É possível realizar, de forma célere e eficaz, uma simulação detalhada em tempo reduzido, e consequentemente minimizar os encargos;
- Permite uma excelente visualização dos espaços (área e volume) e da área envolvente;
- É possível realizar a alteração da modelação de acordo com a evolução de um projecto, o que é bastante positivo, pois assim permite efectuar melhorias e novos testes com base nos resultados da simulação.

## II. Desvantagens do sistema

- Os resultados são adquiridos através de cálculos pouco transparentes comparativamente com os dados fornecidos pelo Energyplus, podendo-se gerar erros não detectáveis e de difícil diagnóstico;
- A ferramenta não é disponibilizada gratuitamente.

**STE (Simulação Térmica de Edifícios):** Desenvolvido e comercializado em Portugal, este software conta com dois módulos, um de verificação do Regulamento das Características do Comportamento Térmico do Edifício (RCCTE), e outro de verificação do Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios (RSECE). Ambos são do tipo monozona. O módulo para verificação do RCCTE baseia-se em suposições fixadas, enquanto o método RSECE é baseado na simulação dinâmica simplificada, tendo por base a análise do comportamento do edifício durante todo o ano, de acordo com a metodologia adoptada e em conformidade com a EN ISO 13790 (INETI, 2007).

### I. Vantagens do sistema:

- Directamente fornece resultados de conformidade, ou não conformidade, com os Regulamentos Nacionais: DL78/2006 de 4 de Abril, DL79/2006 de 4 de Abril e DL80/2006 de 4 de Abril.

### II. Desvantagens do sistema:

- As informações para determinar a modulação do edifício não podem ser directamente exportadas de softwares gráficos (CAD)

### 3.2.3 Ferramentas para adequado aproveitamento das condições endógenas (energias renováveis)

Na secção anterior verificou-se a importância de utilizar ferramentas de simulação energética para auxiliar numa construção cada vez mais eficiente e mais sustentável. Como passo seguinte, nesta secção, serão apresentados alguns exemplos de ferramentas que, de alguma forma, vêm fomentar o melhor aproveitamento das condições locais, através da utilização de fontes renováveis para atender às necessidades energéticas atribuídas a cada habitação (microgeração) ou para um País (Centrais de Produção por energias renováveis). Neste sentido, serão aqui apresentadas duas ferramentas bastante específicas, de forma a exemplificar as respectivas funcionalidades e potencialidades:

- Retscreen
- Solterm5

**Retscreen:** Esta ferramenta de origem Canadiana, tem a funcionalidade de fornecer suporte de decisão, bem como identificar e avaliar as potencialidades energéticas do projecto. Através desta ferramenta de distribuição gratuita, é possível realizar um estudo bastante completo e avaliar as seguintes componentes (Retscreen, 2009):

- Verificar a produção de energia a ser gerada;
- Economias de energia e emissões que foram evitadas;
- Custos associados durante o ciclo de vida do sistema;
- Análise financeira e riscos do sistema.

Para permitir uma avaliação a este nível, o Retscreen é constituído por um banco de dados bastante completo, onde é possível identificar inúmeras tecnologias (fotovoltaicos, eólica, cogeração, biomassa, entre outros) subdivididos da seguinte forma: Electricidade, aquecimento e refrigeração, informações dos fornecedores, os dados climáticos de diferentes localidades mundiais (fornecidos pela Nasa) e dados hidrológicos.

Actualmente esta ferramenta encontra-se em utilização em mais de 200 países e disponível em 35 línguas.

**Solterm5** (Análise de desempenho de sistemas solares térmicos e fotovoltaicos): Desenvolvida em Portugal (INETI), esta ferramenta de carácter oficial, é utilizada pela Nova Legislação Portuguesa para determinação da contribuição solar de painéis solares térmicos ou fotovoltaicos e para a análise da viabilidade económica de projectos de energia solar. Através desta ferramenta são disponibilizados os dados climáticos de 308 Conselhos de Portugal, banco de dados de componentes tecnológicas, e soluções para o adequado dimensionamento dos painéis. O seu



resultado apresenta os benefícios ambientais e a viabilidade económica do projecto, que poderá ser utilizado (software oficial) para comprovar a compatibilidade ou não (caso o retorno do investimento seja superior a 8 anos) da utilização de energias renováveis de acordo com o Sistema de Certificação dos Edifícios (SCE) (Decretos-lei 78, 79 e 80 / 2006) (INETI, 2007).

Outras vantagens da ferramenta (INETI, 2007):

- Facilitar a elaboração de caderno de encargos;
- Contribuir para a apreciação de proposta em concursos públicos;
- Promover a educação e sensibilização.

Desvantagens:

- Não é uma ferramenta gratuita;
- A ferramenta é limitada à análise de energia solar. Isto é, não analisa outras fontes de energias renováveis.

### **3.2.4 Análise do ciclo de vida dos materiais.**

O desenvolvimento de ferramentas de análise do ciclo de vida dos materiais surge como factor de auxílio durante a tomada de decisão na escolha por materiais, produtos e serviços com menor impacto ambiental. O principal papel destas ferramentas, assim como da Declaração Ambiental de Produtos (EPD's), é de ajudar os fornecedores e consumidores a conhecer os impactos de diferentes soluções de produtos e sistemas, contribuindo assim para a melhor selecção sustentável ao comparar directamente diferentes produtos.

Somente é possível reduzir ou prevenir os impactos através do conhecimento aprofundado de todas as fases do ciclo de vida de um produto, processo e serviço, desde a sua extracção, transporte, manufactura, distribuição, utilização, manutenção e demolição. Através deste conhecimento, que se pode diversificar conforme a sua realidade local e processos utilizados, é possível medir os seus efeitos e determinar estratégias, quer através de acções de melhoria do produto (no caso do fornecedor) quer por intermédio de políticas de compra ambiental (no caso do contratante).

As ferramentas de análise do ciclo de vida também são fundamentais para verificar e comprovar exigências presentes em ferramentas voluntárias de sustentabilidade, bem como para fornecer informações e adquirir o reconhecimento ambiental (através de ecolabels, EPD's – Environmental Product Declaration, entre outros).

Conforme definido pela Norma ISO 14040 (Normas para Avaliação do Ciclo de Vida), a metodologia aplicada a sistemas de ACV define-se através de quatro fases (Henriques C, 2008):

1 - Definição de objectivos e do âmbito da análise;

2- Inventariação através da definição de "Inputs" (exemplo: recursos utilizados) e "outputs" (exemplo: emissões) do produto;

3- Avaliação e classificação dos impactes, bem como a forma como determinado produto afecta o ambiente;

4- Interpretação de resultados dos objectivos pretendidos. Nesta fase tem-se em conta a avaliação de diferentes categorias de impactes, e que poderão ter diferentes pesos de avaliação em função de uma região, ou objectivos esperados por uma instituição;

Dentre as categorias de impactes utilizados numa análise de ciclo de vida, destacam-se os seguintes temas (Mateus R., 2009): Potencial de aquecimento global, Acidificação, Eutrofização, Potencial de esgotamento das reservas de combustíveis fósseis, Qualidade do Ar Interior, Consumo de água, Poluição da atmosfera, Potencial de oxidação fotoquímica (smog), Potencial de destruição da camada de Ozono, Alteração dos habitats, Toxicidade ecológica e Toxicidade para o ser humano.

Uma adequada análise do ciclo de vida dos materiais, através de diferentes softwares de ACV disponíveis no mercado (que devem ser adaptadas a cada País, conforme os seus recursos disponíveis, processo de fabricação, gestão dos resíduos...) apresentam-se como bastante complexas para uma utilização corrente, além disso, ainda existem um reduzido número de fabricantes que disponibilizam informações e EPD's dos seus produtos.

Para melhor se evidenciar os diferentes métodos utilizados para a análise de ciclo de vida dos materiais, dar-se-á, a seguir, um panorama geral sobre três métodos existentes no mercado, sendo um referente a um software de domínio Internacional, outro sendo um guia amplamente contemplada pela instituição Britânica BRE e por fim uma base de dados de domínio Nacional que foi desenvolvida para auxiliar a análise de materiais da ferramenta SBTTool<sup>PT</sup>. São respectivamente os seguintes:

- SIMAPRO;
- The Green Guide to Specification;
- SBTTool<sup>PT</sup> : Base de dados LCA.

**SIMAPRO- LCA:** Estruturado de acordo com a Norma ISO14040, este software foi desenvolvido nos Países Baixos pela PRÉ Consultants, encontrando-se distribuído em mais de 60 países. É uma das ferramentas mais conhecidas globalmente para avaliar o ciclo de vida do produto, processos e serviços. Dentre os vários métodos de cálculo disponíveis para a referida análise, destaca-se o método ReCiPe, actual sucessor do Eco-indicator 99 e que foi lançado em 2009. Este método, além de uma vasta lista de emissões, recursos consumidos e outras informações essenciais para a fase

do inventário, também possui a vantagens de auxiliar o utilizador no processo de interpretação dos resultados da análise.

**The Green Guide to Specification:** Guia utilizado pela ferramenta do BREEAM para classificar ambientalmente os materiais de construção utilizados nos empreendimentos em análise. Este guia, que se baseia na Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e no BRE- Environmental Profile Methodology, resulta do esforço para se providenciar de forma objectiva a escolha mais adequada dos materiais. Neste sentido, e após a escolha da tipologia a analisar, bem como dos elementos construtivos em foco, a sua matriz organizacional é definida por materiais e componentes organizados numa tabela em que são apresentadas as especificações e a classificação dos materiais (A+ a E), a fim de proporcionar uma fácil visualização, comparação e selecção de materiais.

A classificação dos materiais, através do "*The Green Guide to Specification*", é realizada conforme os seguintes procedimentos:

- 1º Caracterização de 13 factores ambientais;
- 2º Normalização dos factores (definição das unidades de medidas aplicáveis);
- 3º Os Factores de Ponderação são definidos e aplicados nos diferentes factores normalizados, e com o intuito de definir 13 "ecopoints" (com a mesma unidade de medida A + a E);
- 4º A definição e classificação dos materiais e soluções construtivas.

**SBTool<sup>PT</sup>- Base de dados de LCA:** Este método que se constitui numa base de dados associada à ferramenta SBTool<sup>PT</sup>, encontra-se definido por 5 categorias de impactes (os mesmos referenciados pelo EPD's), além de 3 outros indicadores, e que são os seguintes (Mateus, R. 2009):

- Potencial de diminuição das reservas de recursos não - renováveis (excluindo energia) (ADP);
- Potencial do aquecimento global (GWP);
- Potencial de destruição da camada de Ozono (ODP);
- Potencial de acidificação (AP);
- Potencial de formação de ozono troposférico (POCP);
- Potencial de eutrofização (EP);
- Energia não renovável incorporada (ENR);
- Energia renovável incorporada (ER).

A base de dados encontra-se organizada através de 52 soluções construtivas, 34 materiais de construção e 12 equipamentos de climatização e aquecimento de águas sanitárias. Todas as soluções encontram-se estruturadas através dos diferentes elementos construtivos do edifício.

Quanto à quantificação aplicada nas diferentes categorias de impactes, e no que se refere à fase de Inventário do Ciclo de vida (LCI), foi utilizado prioritariamente o ECOinvent. Já na análise dos impactes ambientais utilizaram-se os seguintes métodos LCA: CML 2 Baseline e Cumulaty Energy Demand no caso dos indicadores relacionados com energia.



## **CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO**

### **4.1 Introdução**

Nos capítulos anteriores, observou-se o actual enquadramento e os motivos que vieram justificar a necessidade de mudança, bem como se verificou a formatação de um novo paradigma de mercado - a construção sustentável. Conjugada com diferentes modelos de actuação e ferramentas voluntárias de avaliação (ainda bastante recentes), faltou atribuir ao contexto da construção sustentável, os mecanismos que facilitam a sua disseminação, quer através da identificação de

oportunidades nas diferentes fases de um empreendimento, quer pelo desenvolvimento de estudos que venham a confirmar os seus verdadeiros benefícios.

Neste contexto, justificou-se o desenvolvimento deste trabalho, que conforme descrito no primeiro capítulo, se define através de dois objectivos fundamentais, e que são os seguintes:

- O primeiro objectivo refere-se à criação de uma base de dados informática denominada **Gestão do Projecto Sustentável (GPS)**. Esta assenta em medidas de sustentabilidade aplicadas a edifícios, e direccionadas não somente por temáticas (categorias de sustentabilidade), mas também identificadas através das diferentes fases do empreendimento, especialidades e ferramentas de avaliação. A referida ferramenta encontra-se em constante evolução e foi concebida exclusivamente para a gestão interna da empresa co-financiadora deste trabalho.
- O segundo, e principal objectivo da tese, consistiu em **analisar as implicações económicas e ambientais associadas aos diferentes critérios de sustentabilidade**, procedendo-se à comparação entre as diferentes soluções convencionais e sustentáveis aplicadas a um centro comercial localizado em Braga e em fase de construção.

De forma a atingir os objectivos pretendidos, procedeu-se à aplicação de uma metodologia, (inicialmente apresentada de forma simplificada no primeiro capítulo), e que a seguir será mais bem detalhada.

#### **4.2 Metodologia aplicada ao primeiro objectivo deste trabalho.**

No caso do primeiro objectivo, a criação de um guia informático contendo medidas de sustentabilidade, responde a uma necessidade identificada pela empresa financiadora deste projecto. O que se pretendeu, foi actuar com práticas sustentáveis durante o desenvolvimento de um empreendimento. Assim, gradativamente, seriam fornecidas informações referentes às acções estratégicas a ter em consideração nas respectivas fases do empreendimento, assim como identificados os responsáveis pela eventual implementação.

Antes do desenvolvimento do GPS, procurou-se aprofundar o conhecimento conceptual, através da análise de diferentes manuais e ferramentas voluntárias de sustentabilidade disponíveis internacionalmente. Os manuais de sustentabilidade existentes foram importantes no contexto da aprendizagem teórica, bem como fundamentais para a compilação de mais de quatrocentas medidas que foram inseridas numa base de dados que antecedeu o GPS, denominada "Guião para a Construção Sustentável".

Este guião difere, em grande parte, do método adoptado pelos manuais de sustentabilidade existentes (geralmente identificados por categorias: energia, água, materiais...). Assim sendo, o referido Guião, além da estruturação por categorias, também se define pelas diferentes fases do empreendimento.

No capítulo 5, será inicialmente apresentado o "Guião para a Construção Sustentável", bem como o seu conteúdo teórico e conceptual, incluindo as categorias contempladas e a sua estrutura funcional. Em seguida, apresentar-se-á o GPS, bem como as imagens do produto final adquirido, e que foram disponibilizados pela empresa detentora desta ferramenta.

### **4.3 Metodologia aplicada ao segundo objectivo deste trabalho.**

O factor económico continua a ser o grande impulsionador para a disseminação de novas práticas no mercado, não sendo diferente com a sustentabilidade na construção. A primeira questão para investidores, promotores e clientes finais, antes de adoptarem um projecto sustentável, é a necessidade de esclarecer, "Qual o preço da sustentabilidade?" e quais as verdadeiras vantagens económicas e ambientais advindas da prática da sustentabilidade.

A resposta a essas questões é muitas vezes adiada devido à falta de informações, bem como, de uma análise a longo prazo dos benefícios resultantes da comparação que deve ser realizada entre empreendimentos sustentáveis e outros com práticas convencionais. No caso específico de Portugal, a dificuldade advém dos reduzidos exemplos de edifícios sustentáveis e a falta de monitorização (e estudos económicos) dos mesmos durante as diferentes fases do projecto. O que se verifica, a nível internacional e europeu, são estudos muito pontuais, conforme mencionado no capítulo 2.

Tal como tantos produtos disponíveis no mercado, a Indústria da construção (e tudo o que a ela diz respeito) deveria ser avaliada pela sua funcionalidade e operacionalidade ao longo do seu ciclo de vida expectável. No entanto, o raciocínio traduz-se quase sempre numa análise a curto prazo, contrariando assim a própria lógica de aquisição e endividamento (financiamentos bancários) que são definidos a médio/longo prazo.

Nesse sentido, e de forma a alcançar os resultados propostos para o segundo objectivo, foram definidos diferentes acções. Conforme referido no primeiro capítulo, o trabalho inicia-se com os seguintes procedimentos (que serão a seguir fundamentados):

1. Escolha da tipologia a ser analisada, neste caso os Centros Comerciais;
2. Análise do método de avaliação escolhido, neste caso o BREEAM;



3. Escolha dos critérios chave a serem analisados;
4. Definição dos indicadores económicos e ambientais a serem utilizados.

A seguir serão apresentados os aspectos analisados em cada um dos procedimentos propostos.

#### **4.3.1 Escolha da tipologia de edifício a ser analisada.**

A escolha dos edifícios utilizados, quer para o caso de estudo, quer para os edifícios seleccionados enquanto referência para a futura comparação, limitou-se à tipologia dos Centros Comerciais.

A escolha deste tipo de edifícios fundamentou-se no interesse da empresa Chamartín Imobiliária S.G.P.S, S.A (empresa co-financiadora deste projecto de investigação), bem como, no objectivo fundamental de analisar a sustentabilidade de edifícios com parâmetros específicos: dimensão, complexidade, elevada qualidade e potencial para divulgação e consciencialização ambiental.

##### *4.3.1.1 Definição e contributo dos edifícios de referência seleccionados.*

Somente através do conhecimento adequado sobre as particularidades e funcionalidades de um edifício, é que será possível definir limites, objectivos, e decidir sobre a aplicação de medidas de melhoria e de outras medidas direccionadas para a sustentabilidade. Ou seja, é preciso adquirir sensibilidade sobre a realidade económica e ambiental de um determinado produto ou tipologia de edifício para se reconhecerem as diferentes falhas e possíveis oportunidades de melhoria. Neste sentido, surgiu, durante este trabalho, a necessidade de estudar as características e o comportamento de Centros Comerciais existentes e, dentro do limite organizacional da Chamartín Imobiliária, considerados enquanto modelos construtivos padrão.

Estes edifícios, que fundamentalmente funcionaram como base orientadora, determinaram resultados em termos de médias de consumo e outras referências, relativas aos edifícios existentes e conduziram a uma adequada comparação com os novos edifícios que incorporaram soluções inovadoras e sustentáveis. Neste caso concreto, foram analisados três centros comerciais existentes, de forma a permitir a respectiva comparação entre si, bem como criar uma base de comparação com os casos de estudo (um deles ainda em fase de construção, e outro recentemente inaugurado em 2009). Assim sendo, os referidos Centros Comerciais existentes considerados neste trabalho são os seguintes:

- Dolce Vita Douro (DVD);
- Dolce Vita Coimbra (DVC);
- Dolce Vita Porto (DVP).

Um factor importante, com excepção do DVD, é o facto de todos os centros comerciais existentes, bem como os casos de estudo, terem sido coordenados pelo Promotor, desde a fase de prospecção (escolha do terreno) até à fase de utilização, conduzindo a um aumento da sua capacidade de actuação, controlo, melhorias contínuas e novas propostas, bem como determinando o seu interesse em definir estratégias de projectos mais eficientes, no intuito de obter uma redução de consumo e encargos com manutenção e substituições de sistemas, durante a fase de utilização.

Com base nestes edifícios, realizou-se o acompanhamento mensal dos consumos de todos os centros comerciais (em fase de utilização), de forma a reportar os diferentes indicadores de eficiência (consumo por m<sup>2</sup> por ano e consumo por convidado por ano). Esses indicadores incluem os seguintes consumos:

- Energia;
- Água;
- Emissão de CO<sub>2eq</sub> (dióxido de carbono equivalente);
- Percentagem de resíduos reciclados e não reciclados, bem como a descrição do seu destino final de acordo com o código LER (Lei Europeia de Resíduos);
- Metas de redução de consumo, no caso dos Centros Comerciais em Gestão.

#### 4.3.1.2 Recolha da informação

O processo de recolha de informação referente aos edifícios de referência iniciou-se com a obtenção da maior quantidade possível de dados sobre os edifícios em questão, bem como identificando as particularidades de cada um no decorrer do processo de inventariação, e que poderão ser observadas a seguir, na estrutura organizacional definida para a recolha da informação:

**Descrição dos edifícios de referência:** Contém as informações relativas à localização, orientação solar, características arquitectónicas (geometria, número de pisos (estacionamento e centro comercial)), características construtivas (materiais e sistemas), bem como a identificação e percentagem de áreas destinadas a diferentes funções (áreas comuns, áreas técnicas, cais de carga e descarga, ABL (área bruta locável), estacionamento, armazém) e horários de funcionamento.

**Análise do edifício:** nesta fase, identificaram-se todos os impactes que um centro comercial poderia causar, realizou-se uma análise detalhada dos principais consumos e principais fluxos de visitantes dentro de um centro comercial. Desta forma observou-se a afluência e a relação entre

consumo por visitante e consumo por m<sup>2</sup>. Com este propósito, preparou-se uma tabela de dados ambientais e económicos, adaptada à realidade observada e que passou a ser preenchida mensalmente pelos directores adjuntos<sup>11</sup> dos diferentes centros comerciais, através da leitura directa dos contadores, facturas, guias (GARs- Guia de Acompanhamento dos Resíduos). Além deste acompanhamento mensal, reuniram-se informações retiradas de auditorias energéticas realizadas.

**Dados de consumo excluídos durante a análise:** O trabalho limitou-se a avaliar os consumos comuns (responsabilidade da Chamartín Imobiliária), ou seja, tudo que foi consumido em áreas comuns ("mall"<sup>12</sup>, WCs, estacionamento, corredores técnicos), com excepção dos resíduos, cuja recolha, segregação e encaminhamento para destino final, estão disponíveis a todos os ocupantes do CC.

Os consumos referentes a iluminação e equipamentos das lojas, por serem individualizados e estarem sob a responsabilidade dos operadores (lojistas), e devido à dificuldade de acompanhamento e acessibilidade dos mesmos, não foram incluídos neste estudo.

Esse cenário de exclusão deverá rapidamente ser alterado, pois com o Decreto-lei 79/2006 (RSECE) – estas fracções, com excepção dos hipermercados e lojas autónomas (que têm sistemas independentes), deverão reportar os seus consumos, e estes devem ser analisados juntamente com as restantes áreas comuns, de forma a poder verificar-se o IEE (índice de eficiência energética) global do edifício.

Assim sendo, deverá haver uma reformulação e uma adequada adaptação para que todos os consumos possam ser monitorizados e controlados, quer através de um controlo manual (apresentação obrigatória das facturas), quer através da Gestão Técnica Centralizada (GTC)<sup>13</sup>, bem como através de contadores de entalpia com telecontagem (para medir energia térmica à distância).

---

<sup>11</sup> Directores adjuntos – Possuem a função de realizar a gestão técnica dos centros comerciais.

<sup>12</sup> Mall- áreas comuns utilizadas para circulação dos visitantes no Centro comercial.

<sup>13</sup> Gestão técnica centralizada (GTC) - Sistema de gestão interna implementado pela empresa para interligar os diferentes sistemas instalados (iluminação, AVAC, bombas, ventiladores...), tem a função de controlar os diferentes consumos e níveis de qualidade do ar, manutenção das instalações e optimização das condições de exploração do centro comercial.

#### 4.3.1.3 Particularidades e dificuldades encontradas durante o levantamento.

Durante a recolha da informação, e logo após a análise inicial dos centros comerciais de referência, verificaram-se algumas disparidades nos resultados durante a comparação entre edifícios. Tal ocorreu devido a algumas disparidades e dificuldades que serão apresentados a seguir:

**Particularidades observadas:** A identificação das particularidades permitiu inventariar as falhas e oportunidades de melhoria dos casos de referência, durante o processo comparativo (entre anos homólogos e entre edifícios). Nos exemplos abaixo, poderão ser verificadas as particularidades identificadas e que foram tidas em consideração durante o processo de análise:

Exemplo1: Numa primeira análise, observou-se que o DVC tinha um consumo final de energia e água bastante inferior aos restantes centros comerciais. Procurou-se descobrir o motivo que gerou esta diferença (Teria o DVC implementado um sistema mais eficiente em relação aos que foram utilizados nos restantes Centros Comerciais? Ou existiu alguma falha durante o processo de inventariação?). Observou-se que o DVC, ao contrário dos outros centros comerciais, tinha contadores distintos para o Centro Comercial (CC) e para o estacionamento, não sendo o valor do último reportado na primeira análise. Nos restantes centros comerciais havia somente um contador (totalizador) que abrangia todos os consumos (CC e estacionamento).

Após a identificação do problema, a análise foi refeita com base no consumo total.

Exemplo 2: Nas particularidades relativas ao consumo de água, em relação a cada um dos edifícios de referência, existiam características diferenciadas (o que é previsível), ou seja, no DVP havia consumo de rega e a existência de uma fonte de água, o que não estava presente nos restantes CC. Esta situação não foi reportada separadamente, ou seja, a existência deste consumo de água foi vinculado e considerada em relação aos consumos totais, assim resultando num maior consumo (agora justificado) do DVP.

Muitos dos aumentos pontuais de consumo identificados estavam relacionados com fugas e lavagem dos locais de estacionamento.

**Dificuldades encontradas:** As principais dificuldades encontradas neste trabalho, durante a recolha de informação dos edifícios de referência, foram as seguintes:

- **Identificar os consumos parciais**, ou seja, no caso da energia, somente através de auditorias energéticas e da análise de todos os sistemas, potência instalada e horário de funcionamento, foi possível determinar uma estimativa aproximada de consumos

destinados a iluminação, arrefecimento, equipamentos e transportes verticais, separadamente.

(Observação: Em conformidade com as exigências do Decreto-lei 79/2006 e para os respectivos cálculos do  $IEE_i$  - Índice necessidades energéticas de aquecimento,  $IEE_v$  - necessidades energética de arrefecimento e  $Q_{out}$  - outros consumos, em todos os novos projectos estão previstos contadores parciais, que serão controlados pela GTC).

- **Sistema único de climatização**, ou seja, os sistemas de climatização implantados nos CC abrangem não somente o “mall” (áreas comuns) como também grande parte das lojas. Numa perspectiva financeira, os custos estão sob a responsabilidade do Promotor (neste caso, a Chamartín Imobiliária), no entanto, a nível ambiental deveria ser reportado somente o consumo necessário para manter a adequada temperatura das áreas comuns (área sob a responsabilidade da Chamartín). Neste caso, somente através de contadores de entalpia<sup>14</sup> se poderia ter uma noção concreta do que é distribuído para as áreas comuns, bem como o que é distribuído para as lojas. Nenhum dos três edifícios tem contadores de entalpia e, neste caso, foi realizada uma estimativa de consumos com base nas áreas, através de estudos de simulações de comportamento energético realizados em novos projectos da empresa (inclusive do próprio caso de estudo - DVB (Dolce Vita Braga) que será referenciado na secção seguinte.

Após a análise dos edifícios de referência realizados durante dois anos consecutivos (2006 e 2007), foram definidos os valores de consumo médio. Os resultados obtidos durante a análise, foram uma importante base de comparação com o caso de estudo (DVB). Como também sendo um elemento fundamental para a definição de estimativas de consumo para o caso de estudo durante todo o processo de análise económica e ambiental. Assim, consideram-se os valores apresentados, como a fonte mais fidedigna para o desenvolvimento do trabalho.

#### 4.3.2 Análise do método de avaliação escolhido.

Após finalizar o reconhecimento dos edifícios a serem analisados, seguiu-se o segundo passo desta metodologia. Este refere-se à escolha do método de avaliação da sustentabilidade a ser aplicado aos edifícios em questão.

---

<sup>14</sup> Contadores de Entalpia – Realiza o registo dos consumos térmicos individuais (loja a loja)

A proposta desta fase do trabalho consistiu em identificar os critérios de sustentabilidade da Ferramenta Voluntária BREEAM (ver características gerais na secção 3.1.1). A escolha desta ferramenta deve-se à preferência da empresa co-financiadora desta investigação – Chamartín Imobiliária, por ser a ferramenta usada a nível internacional por outras empresas detentoras de centro comerciais.

A referida empresa, enquanto membro do *International Council of Shopping Center* (ICSC), e tendo em conta uma decisão conjunta entre os restantes membros, decidiu adoptar uma ferramenta única para analisar a sustentabilidade dos seus empreendimentos nos diferentes países europeus. Neste sentido, optou-se pela utilização do BREEAM (UK), pois a referida ferramenta foi identificada como o método mais apropriado, uma vez que a mesma já tinha sido utilizada como mecanismo de certificação em diferentes empreendimentos do sector, e evidenciando assim uma anterior adaptação a determinadas necessidades da referida tipologia, bem como em relação aos Regulamentos Europeus (ICSC, 2008).

Após a escolha do método de avaliação, foram analisados os critérios aplicáveis aos estabelecimentos comerciais. A instituição BRE (Building Research Establishment), detentora da ferramenta BREEAM, disponibilizou para consulta pública, a versão britânica para Centros Comerciais (designada por BREEAM\_Retail\_version2008) durante o ano de 2008 e parte de 2009 (período do decurso parcial deste trabalho). Somente, a partir do Outono de 2009, é que foi lançada e disponível para acesso público, a versão internacional denominada por "BREEAM Europe". Esta versão, definida para três tipologias de edifício (Retailho, escritórios e Indústria), define-se como sendo mais flexível e adaptável aos diferentes países europeus. No entanto, pelo facto, desta versão ter surgido em período posterior ao desenvolvimento deste trabalho, bem como outras versões (nomeadamente a versão "Bespoke") estarem exclusivamente disponíveis para assessores qualificados da ferramenta, optou-se por utilizar a versão britânica 2008.

O facto de se tratar de uma ferramenta aplicada à realidade britânica, levou a que se identificassem, alguns critérios inadaptados ao contexto português, e que neste caso, foram realizadas propostas de adaptação (estas podem ser identificadas no capítulo 8 - Enfoque aos critérios inadaptados à realidade Portuguesa). Com a nova versão internacional ("BREEAM Europe"), recentemente disponibilizada ao público, foi possível identificar que muitas das inaptações verificadas na versão britânica foram tratadas com resoluções compatíveis, enquanto outras não, tendo em conta as propostas realizadas neste trabalho.

A versão britânica, na sua íntegra, está definida por sessenta e oito critérios de avaliação, no entanto, e em função do edifício que será avaliado, alguns dos critérios poderão ser excluídos da análise final. Para isso, ao iniciar-se uma pré-avaliação com o "BREEAM\_Retail", realiza-se um questionário rápido onde são identificados as características do projecto, e de forma a avaliar, bem como a identificar as actividades que serão contempladas no empreendimento (Ver figura 4.1). Após o preenchimento do questionário, realiza-se uma filtragem que no final disponibilizará os critérios a serem considerados na análise.

The image displays four overlapping windows of the 'Pre-Assessment Estimator' software. Each window is titled 'Building Profile Form' followed by a number (1, 2, 3, or 4). The forms are designed for data entry during a pre-assessment process. Form 1 includes sections for 'Stage of Assessment' (with radio buttons for Design & Procurement, Post-Construction Review, Fit Out - standard, and Fit Out - specific), 'Assessment Stakeholder' (with radio buttons for Speculative/developer, Owner Occupier, Tenant, and Landlord or Managing agent), and 'Retail type' (with checkboxes for General display and sale of goods, Food retail, and Service provider). Form 2 includes 'Building scope' (radio buttons for Whole building for multiple retailers, Whole building for a single retailer, Single 'covered' retail unit, and Single 'uncovered' retail unit) and 'Building size band' (radio buttons for <100 sq.m, 100 - 499 sq.m, 500 - 999 sq.m, 1000 - 4999 sq.m, and 5000 sq.m or larger). Form 3 includes 'Lighting' (radio buttons for Shell Only and Fitted out) and 'Sanitary services' (radio buttons for No mains water supply connection, Mains water supply connection, and Mains water supply connection with WC - single cubicle or WC - multiple cubicles). Form 4 includes a large section for 'Associated building areas and facilities' with numerous checkboxes for various features like Office(s), Carpark, Car park - roof, Car park - multi-storey or basement/underground, Delivery yard, Goods storage, Waste disposal, Workshop, Lifts, Escalators and/or travelling walkways, Commercial laundry, Commercial dry cleaners, Commercial food preparation incl. bakery, Food/drink servery, Cold food storage cabinets, Walk in cold store, Petrol station, Vehicle wash, External surfaces/hardlandscaping, Soft landscaping and planting features, and Water features.

Figura 4.1- Análise prévia do BREEAM, para identificar o perfil do edifício que será analisado (Fonte: BRE, 2008).

No caso dos edifícios de referência utilizados neste trabalho, bem como o caso de estudo (DVB), e após análise prévia realizada, foram contemplados sessenta e um critérios, sendo os restantes excluídos, devido ao facto de estarem desenquadrados do contexto destes edifícios. A versão final utilizada durante este estudo poderá ser verificada na tabela 4.1.

Como se pode observar, cada um dos critérios estão identificados por diferentes categorias ("sections"), onde estão a ser contemplados pesos diferenciados. O processo de avaliação do BREEAM é calculado em função destes pesos e pontuações máximas, e que se definem para cada categoria. A classificação final, que daí resulta e se expressa em percentagens (ver tabela 4.2), é também definida em função da pontuação mínima a ser alcançada por determinados critérios considerados obrigatórios (ver tabela 3.1 no capítulo 3). Também, através de créditos adicionais, verifica-se uma espécie de recompensa por medidas inovadoras que tenham sido aplicadas em determinados critérios (alcançando um aumento até um máximo de 10%).

Tabela 4.1 - Critérios BREEAM utilizados durante a análise deste estudo (Fonte: BRE, 2008) (adaptado).

CRITÉRIOS Breeam para Centros Comerciais (versão Britânica)		Pontuação Máxima	6%	Water section credits	
12%	Management section credits		Wat1	water consumption	3
			Wat2	Water meters	1
Man1	Commissioning	2	Wat3	Major leak detection	1
Man2	Considerate constructors	2	Wat4	Sanitary supply shut off	1
Man3	Construction Site impacts	4	Wat5	water recycling	2
Man4	Building user guide	1	Wat6	Irrigation system	1
Man8	Security	1	Wat7	vehicle wash	
15%	Health & wellbeing section credits		12,5%	Materials section credits	
Hea1	Daylighting	1	Mat1	Materials Specification - Major building elements	4
Hea2	View out		Mat2	Hard landscaping and boundary protection	1
Hea3	Glare control		Mat3	Re-use of building façade	1
Hea4	High frequency lighting	1	Mat4	Re-use of building struture	1
Hea5	Internal and external lighting level	1	Mat5	Responsible sourcing of materials	3
Hea6	Lighting zones & control		Mat6	Insulation	2
Hea7	Potencial for natural ventilation		Mat7	Designing for robustness	1
Hea8	Indoor Air Quality	1	7,50%	Waste section credits	
Hea9	Volatile Organic Compounds	1	Wst1	Construction site waste management	3
Hea10	Thermal confort	1	Wst2	Recycle aggregates	1
Hea11	Thermal zoning		Wst3	Recyclable waste Storage	1
Hea12	Microbial contamination	1	Wst4	Compactor/ baler	1
Hea13	Acoustic performance		Wst5	Composting	1
HEa14	Office space	2+1	10%	Land User & ecology section credits	
19%	Energy section credits		LE1	Reuse of land	1
Ene1	Reduction of CO2 Emissions	15	LE2	Contaminated land	1
Ene2	Sub-metering of substantial Energy uses	1	LE3	Ecological value of site and Protection of ecological features	1
Ene3	Sub-metering of high energy load and tenancy area	1	LE4	Mitigating ecological impacts	3
Ene4	External lighting	1	LE5	Enhancing site ecology	2
Ene5	Low or zero carbon technologies	3	LE6	Long term impact on biodiversity	2
Ene6	Building fabric performance & avoidance of air infiltration	1	10%	Pollution section credits	
Ene7	Cold food storage	3	Pol1	Refrigerant GWP- Building services	1
Ene8	Lifts	2	Pol2	Preventing refrigerant leaks	2
Ene9	Escalators & travelling walkways	1	Pol3	Refrigerant GWP- cold storage	1
8%	Transport section credits		Pol4	NOx emissions from heating source	3
Tra1	Provision of public transport	5	Pol5	Flood risk	3
Tra2	Proximity to amenities	1	Pol6	Minimising watercourse pollution	1
Tra3	Cyclist Facilities	2	Pol7	Reduction of night time light pollution	1
Tra4	Pedestrian and cycle safety	2	Pol8	Noise attenuation	1
Tra5	Travel plan	1	Total de critérios BREEAM: 68 critérios Total de critérios a serem contemplados no caso de estudo: 61 critérios		
Tra7	Travel information space	1			
Tra8	Deliveries and manoeuvring	1			
Legenda					
Peso das diferentes categorias		Critérios não contemplados no caso de estudo devido a inexistência de escritórios >500m² e espaços para lavagem de carros			
Critérios Obrigatórios					

Tabela 4.2- Classificação final definida pelo BREEAM ( Fonte: BRE, 2008)

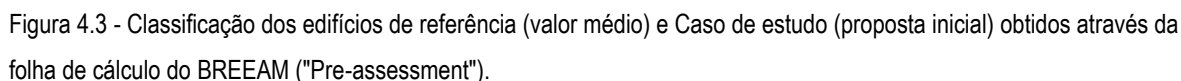
BREEAM Rating	% score
UNCLASSIFIED	<30
PASS	≥30
GOOD	≥45
V GOOD	≥55
EXCELLENT	≥70
OUTSTANDING*	≥85

Com base neste processo de avaliação, foi realizada a análise dos edifícios de referência e do caso de estudo (proposta inicial), através de uma folha de cálculo fornecida pelo BRE denominada "pre-assessment" (ver figura 4.2), onde foi possível identificar as classificações finais obtidas.





Observa-se que os valores definidos na tabela abaixo, referem-se às percentagens parciais obtidas em cada categoria ("sections") e que foram resultantes da pontuação alcançada em cada critério BREEAM analisado, conforme se poderá verificar no anexo I.



As informações referentes às diferenças encontradas entre edifícios de referência e o DVB (proposta inicial) poderão verificar-se no capítulo 7.

Após uma breve análise comparativa entre edifícios de referência (cenário 1) e o caso de estudo - proposta inicial do DVB (cenário 2), e ainda no capítulo 7, propôs-se analisar e apresentar o resultado de dois novos cenários de intervenção (cenário 3 e 4) aplicados à proposta inicial do DVB.

O objectivo foi aumentar a classificação do caso de estudo de “PASS”, gradativamente para “Very Good” (classificação definida pela Ferramenta BREEAM para edifícios que cumpram mais de 55% da pontuação global) e numa segunda intervenção para “Excellent” (cumprindo mais de 70% da pontuação global).

#### 4.3.3 Escolha dos critérios chave a serem analisados.

Para a definição de dois novos cenários de intervenção (cenário 3 e 4), contou-se com a introdução de catorze novos critérios contemplados pelo BREEAM.

Para a definição e escolha destes critérios, recorreu-se primeiramente à identificação dos sessenta e um critérios do BREEAM aplicados ao DVB, bem como em diferentes grupos de actuação dos quais se destacam (mais detalhes poderão ser identificados no capítulo 7) os seguintes:

- (Grupo A) - Os critérios abrangidos pela legislação Nacional e Europeia;
- (Grupo B) - Os Critérios inadaptados à realidade Portuguesa;
- (Grupo C) - Os critérios de quantificação e valorização complexa;
- (Grupo D) - Os critérios quantificáveis.

O objectivo foi desagregar os grupos de critérios que implicariam ou não, investimentos adicionais. Neste sentido, e conforme descrito no capítulo 1, os critérios cujos investimentos já estavam a ser contemplados, devido a práticas comuns no mercado ou para dar cumprimento a exigências regulamentares em vigor no País (neste caso, os critérios abrangidos pelo Grupo A), foram considerados com investimento zero (ver capítulo 8, os critérios abrangidos pela legislação local).

Entretanto, os critérios-chave analisados neste trabalho (ver tabela 4.3), pertencentes ao grupo C e D (conforme poderão ser verificados no capítulo 9 e 10), foram seleccionados e introduzidos gradativamente em função da melhor adaptação ao projecto em fase de construção, bem como visando a optimização económica do investimento associado. Estas componentes de decisão foram essenciais para garantir a melhoria da classificação proposta no âmbito deste trabalho.

Tabela 4.3.- Critérios da Ferramenta BREEAM analisadas durante o estudo económico e ambiental proposto (Fonte: BRE, 2008) (adaptado).

Ref.	Critérios BREEAM seleccionados para a análise (Elementos do grupo C e D)
Hea14	Office space
Ene1	Reduction of CO2 Emissions
Ene5	Low or zero carbon technologies
Ene7	Cold food storage
Ene8	Lifts
Tra3	Cyclist Facilities
Tra4	Pedestrian and cycle safety
Tra7	Travel information space

Tabela 4.3(cont.) - Critérios da Ferramenta BREEAM analisadas durante o estudo económico e ambiental proposto (Fonte: BRE, 2008) (adaptado).

Ref.	Critérios BREEAM seleccionados para a análise (Elementos do grupo C e D)
Wat1	water consumption
Wat3	Major leak detection
Wat4	Sanitary supply shut off
Wat5	water recycling
Mat6	Insulation
Wst5	Composting

#### 4.3.4 Definição dos indicadores económicos e ambientais

Um dos elementos principais para realizar a análise custo-benefício dos critérios chave seleccionados, foi recorrer a uma análise holística, sempre que possível, contemplando não somente o investimento inicial (custos da construção) como outros encargos (operação e manutenção) verificados ao longo do ciclo de vida do caso de estudo - Dolce Vita Braga (para um período de análise de 20 anos).

Os critérios quantificáveis seleccionados (pertencente ao grupo D), e conforme se poderá verificar no capítulo 10, estão a ser identificados como **proposta sustentável** e foram comparados com uma proposta base (soluções convencionalmente aplicadas em Centros Comerciais). Assim, a utilização dos indicadores e factores de avaliação económica seguiu uma perspectiva muito conservadora, pois não está na natureza deste trabalho procurar níveis de detalhe e de investigação em áreas de ciência económica e financeira. Assim, com base na referida perspectiva conservadora, garante-se que os resultados apresentados não possam ser de forma alguma considerados optimistas em face de utilização de quaisquer factores mais arriscados numa óptica de previsibilidade futura. O que se poderá afirmar é que os resultados económicos reais a ocorrer, decorrente da implementação destas medidas sustentáveis, poderão vir a ser superiores aos aqui apresentados, resultante do conservadorismo utilizado nos factores de análise económica utilizados.

- Taxa de inflação - Desde 1995, que as taxas de inflação nunca ultrapassaram os 5%, e desde a criação da Zona Euro em 1999, apenas superaram os 3% entre 2001 e 2003 (período de crise) e, marginalmente, em 2006 alcançaram 3,1%. Assim considerou-se uma taxa média anual de inflação de 2% ao longo de 20 anos, minimizando assim o efeito do incremento de valor de benefícios resultante de uma taxa de inflação mais elevada. Logo, os valores de custos e proveitos considerados com energia, água e manutenção serão ajustados anualmente com base na referida taxa de inflação.

- Taxa de crescimento de custos com energia – no ajustamento anual de custos associados com energia, decidiu-se aplicar um ligeiro incremento adicional sobre a taxa de inflação média anual, sendo já esta considerada conservadora. Nos dias de hoje verifica-se uma forte instabilidade associada ao crescimento do preço do barril de petróleo, resultante do forte crescimento económico impulsionado pelos países emergentes, especialmente os BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China). Assim, num cenário de constante crescimento dos preços de electricidade em todo o mundo, e muito acima da taxa de inflação média, decidiu-se, para efeito de ajustamento anual dos custos com energia, acrescentar um factor adicional médio anual entre 0,4% e 0,2% ao longo de 20 anos<sup>15</sup>. Mais uma vez seguiu-se uma perspectiva muito conservadora. Isto significa dizer, que para além do normal ajustamento dos preços de electricidade através de uma taxa de inflação média anual, também se acresce uma conservadora taxa de variação adicional sobre o preço de electricidade, num equivalente aproximado de 6,5% num total de 20 anos. Um aumento deste nível, proposto para um total de 20 anos de análise, têm vindo a ocorrer por vezes num só ano em muitos países<sup>16</sup>, e adicionalmente aos ajustamentos anuais de inflação média. A esses aumentos chama-se a correcção do deficit tarifário.
- Taxa de Juro e período de financiamento – O incremento de investimento resultante das medidas sustentáveis implementadas neste trabalho, pressupõe-se que se realizaria no mesmo modelo de financiamento verificado para o investimento efectivo do DVB. Assim considerou-se uma taxa de juro de 4,5% e um período de amortização do financiamento de 15 anos, condições negociadas para o referido empreendimento.
- Retorno simples do investimento ("Payback") – refere-se ao período (em anos) que o promotor terá que esperar até recuperar o investimento realizado no projecto. Este valor é obtido através do quociente entre o investimento realizado (incluindo investimento inicial, manutenção e exploração) ao longo do ciclo de vida e o rendimento anual do projecto;
- Valor Actual líquido (VAL) – tem como objectivo verificar a viabilidade de um projecto através da análise do valor actualizado de todos os fluxos de caixa anuais analisados (também conhecido por "Cash flow"). Este valor actual refere-se ao valor que teria hoje o montante que será obtido no futuro (neste caso 15 e 20 anos). Para se calcular o VAL, é

---

<sup>15</sup> Os dados utilizados correspondem a valores inferiores aos indicados pelo estudo de referência: Randolph J.R. (2009). Electricity and Coal Policy Analysis - The Future of Electricity. USA

<sup>16</sup> Artigos de referência utilizados: Electricity Prices Are Moving Higher Across the Globe (Moors K., 2010), \$150 Oil (Moors, K., 2010).

importante que os fluxos de caixa futuros sejam actualizados através de uma taxa de desconto (ver equação 4.1). A taxa de actualização considerada foi igual à taxa de juro aplicada, ou seja 5%. Durante a análise do VAL os indicadores abaixo representam os resultados obtidos:

- **VAL > 0:** O projecto define-se economicamente viável;
- **VAL = 0:** O projecto define-se economicamente viável (para o investimento realizado), no entanto, existem riscos de se tornar inviável;
- **VAL < 0:** O projecto define-se economicamente inviável.

$$VAL = \sum_{i=0}^n \frac{CF_i}{(1+t)^i} \quad [4.1]$$

**CF<sub>i</sub>** – Cash flow (em português fluxo de caixa) no ano i. Na óptica deste trabalho, é o benefício económico resultante dos custos operacionais evitados com a implementação da proposta sustentável.

**t** – Taxa de desconto (valor considerado 5%).

- Taxa Interna de Rentabilidade (TIR) - representa a taxa máxima de rentabilidade do projecto. Ou seja, refere-se à taxa de desconto (i) que no final do período de vida do projecto torna o VAL igual a zero. A viabilidade económica, verificada através da TIR, consiste em obter uma TIR superior à taxa utilizada para o cálculo do VAL do projecto. O cálculo da TIR é realizado através de um cálculo matemático por aproximação, no entanto, a sua fórmula encontra-se disponível em folhas de cálculo do Excel (ver equação 4.2). Durante a análise da TIR os indicadores abaixo representam os resultados obtidos:
- **i > t, implica que o VAL > 0:** O projecto define-se como economicamente viável;
- **i < t, implica que o VAL < 0:** O projecto define-se economicamente inviável.

i- Taxa de desconto para o cálculo da TIR

$$0 = - \frac{\text{Investimento}}{(1+i)^0} + \frac{CF_1}{(1+i)^1} + \frac{CF_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{\text{Valor Residual}}{(1+i)^N} \quad [4.2]$$

Quanto aos indicadores ambientais, conforme referido no capítulo 1, estes foram definidos em função da redução de consumo de energia, de água e de emissões de CO<sub>2eq</sub>, e comparados a um valor médio de consumo por habitante europeu.



## **CAPÍTULO 5 – DESENVOLVIMENTO DA GESTÃO DO PROJECTO SUSTENTÁVEL (GPS)**

### **5.1 Introdução**

Enquadrado no primeiro objectivo proposto deste trabalho, este capítulo vêm retratar o desenvolvimento do GPS (Gestão do Projecto Sustentável). Este projecto realizou-se em conformidade com as necessidades e objectivos da empresa Chamartín Imobiliária, e no intuito de identificar, monitorar e comunicar as práticas de sustentabilidade aplicadas ao empreendimento.

O GPS é uma ferramenta (em contínuo processo de melhoria) desenvolvida no âmbito deste trabalho, juntamente com as equipas internas (colaboradores da empresa), e cujo objectivo foi disseminar os critérios abrangidos por diferentes ferramentas voluntárias de sustentabilidade na



construção (nomeadamente BREEAM, SBTTool, LIDERA, LEED). Por outro lado, o GPS também é resultado da experiência adquirida pela empresa e "stakeholders" envolvidos na construção de um empreendimento. (Actualmente, somente as versões do BREEAM - Retail, Ecohomes e escritórios - encontram-se disponíveis para consulta).

Tratando-se de uma ferramenta informática de fácil visualização, e do tipo "user friendly", o GPS identifica os critérios – chave sustentáveis que devem ser seguidos (sempre que possível) pelas diversas especialidades do projecto envolvidas num determinado empreendimento, durante as diferentes fases do ciclo de vida de um empreendimento (prospecção, concepção, projecto, construção e operação). Enumeram-se a seguir os principais objectivos desta ferramenta informática (Chamartín Imobiliária, 2008):

- Preparação dos empreendimentos para a Certificação Voluntária da Sustentabilidade;
- Minimização dos impactes negativos, sociais, ambientais e económicos na promoção imobiliária;
- Minimização de custos de operação e manutenção;
- Identificação, analisa e avaliação das medidas de sustentabilidade aplicáveis a cada fase de projecto;
- Identificação das responsabilidades de cada especialidade no âmbito da Sustentabilidade;
- Envolvimento dos parceiros no desenvolvimento de práticas Sustentáveis nos projectos;
- Actualização permanente das soluções.

Para o desenvolvimento do GPS, além da utilização de ferramentas voluntárias de sustentabilidade, contou-se com a formulação preliminar do "Guião para a Construção Sustentável", que a seguir será apresentado.

## 5.2 “Guião para a Construção Sustentável”- Guia Geral (Base preliminar do GPS)

O “Guião para a Construção Sustentável” é composto aproximadamente por 400 medidas de sustentabilidade, que foram compiladas a partir de manuais de sustentabilidade existentes<sup>17</sup> para

---

<sup>17</sup> Manuais de referência utilizados:

- Ministry of Transport, Building and Housing (2001). **Guideline for Sustainable Building**. Alemanha.
- Pentagon Renovation and Construction Program Office *et. al* (2004). **Field Guide for Sustainable Construction**. USA
- Abraham L.E. *et. al.* (1996). **Sustainable Building Technical Manual**. USA: Public Technology, INC.

além de Ferramentas de avaliação de sustentabilidade. No entanto, além das adaptações à realidade Portuguesa, a estruturação do Guião, conforme mencionado no capítulo anterior, encontra-se organizada por categorias e fases de empreendimento.

As categorias, bases para a sustentabilidade, consideradas no guião são as seguintes (ver no anexo II): Biodiversidade e Uso do solo, Gestão de Energia, Gestão da Água, Gestão dos Materiais, Recursos e Resíduos (esta categoria será abordada no GPS em duas categorias diferentes, em Gestão dos Materiais e em Gestão dos Resíduos) e por fim, Qualidade do Ambiente Interior (QAI).

Posteriormente, foram acrescentadas novas categorias, sendo depois devidamente adaptadas às necessidades da empresa e inseridas no GPS. Estas são as seguintes: Qualidade do Ambiente Exterior, Bem-estar Social, Crescimento Económico e Envolvimento das Partes Interessadas.

Quanto à organização do Guião, definidas por fases de empreendimento, justifica-se pelo facto da maioria das acções a ser implementadas num empreendimento, ocorrerem em fase de projecto. Assim verifica-se, conforme demonstrado por diversos estudos, que quanto mais atempadamente as medidas de construção sustentáveis forem incorporadas em fase de projecto, menores serão os encargos para a sua efectiva implementação. Através do próprio Guião, verificou-se que mais de 60% das acções de sustentabilidade estavam definidas para a fase de concepção e de projecto.

Assim, as fases de empreendimento que foram inicialmente trabalhadas no Guião, são as seguintes: Fases de concepção, projecto, construção e utilização. No entanto, e posteriormente no GPS, bem como para o devido enquadramento do trabalho realizado pela empresa financiadora, acrescentou-se a Fase de prospecção, que se define como a fase preliminar que corresponde à escolha e análise do terreno.

Após a definição da estrutura do guião, serão apresentados os principais objectivos de cada categoria contemplada neste projecto.

### 5.2.1 Definição das categorias contempladas no Guião.

De seguida, apresentam-se as categorias que representam as bases fundamentais para uma construção sustentável, conforme contemplado em diferentes manuais e ferramentas de avaliação de sustentabilidade. As categorias a seguir analisadas são as seguintes:

- 
- High Performance School (2002). **Best Practices Manual- volume II**. Califórnia. Informação disponível online em: [ <http://www.chps.net/dev/Drupal/node> ], em 20/05/2005.
  - Stanford University (2002). **The Guideline for Sustainable Buildings**. Califórnia: Environmental Stewardship Committee1.

Uso do Solo e Biodiversidade – Esta categoria tem como objectivo criar equilíbrio e sinergia entre o projecto e a sua envolvente, através do levantamento das características ecológicas locais e da identificação de meios para a sua melhor integração. A proposta é diminuir o impacte ambiental local, contribuindo para manter e eventualmente aumentar o número de espécies (flora e fauna) e para beneficiar a qualidade de vida humana, privilegiando zonas degradadas para incremento do seu valor ecológico. As acções chaves são:

- Criação de um plano de selecção de terrenos e definição de acções para a sua integração;
- Desenvolvimento de projectos em áreas de “Brownfield” ou de baixo valor ecológico;
- Conservação de áreas verdes e incentivo à criação de outras formas de integração (definição de corredores verdes);
- Integração de espaços verdes e de áreas permeáveis no plano do projecto;
- Enfoque e desenvolvimento em cidades já existentes.

Gestão de energia – Nesta categoria pretende-se promover a eficiência energética e a redução das emissões associadas. A sustentabilidade é, muitas vezes, confundida com a sustentabilidade energética. Apesar de o argumento ser controverso, pode admitir-se que os seus resultados são os principais factores de disseminação da construção sustentável. Isto, pelo facto desta categoria ser um dos elementos balizadores, facilmente quantificáveis e com resultados positivos a curto ou médio prazo (dependendo das medidas, o retorno do investimento poderá ser bastante reduzido). Algumas das acções a ter em atenção são as seguintes:

- Redução dos consumos energéticos nos edifícios, através da introdução de medidas solares passivas relacionadas com a análise das características térmicas dos materiais aplicados na construção, com a orientação solar, com o factor de forma do edifício, com o controlo da ventilação e iluminação natural, entre outras;
- Utilização de recursos de simulação energética, a fim de verificar ainda em projecto o comportamento térmico previsível do edifício e encontrar as possíveis soluções construtivas para adequada minimização dos consumos;
- Redução do consumo de energia, através de medidas solares activas, como seja a escolha de iluminação, sistema de climatização e equipamentos eficientes, bem como, o desenvolvimento de estratégias para utilização de energias alternativas;
- Monitorização dos consumos e definição de medidas de melhoria como a criação de um “manual do utilizador”, elemento fundamental para a concretização dos benefícios energéticos, durante a fase de utilização.

Gestão da água – O principal objectivo para a gestão adequada da água, prende-se com a minimização do consumo de água potável e seus efluentes (que poderá afectar a qualidade das águas freáticas e superficiais). Assim como a gestão energética, esta medida é também um dos factores aliciantes na disseminação da sustentabilidade. Além da potencialidade de ser quantificável, o investimento inicial das medidas a serem implementadas revela-se relativamente económica e o retorno do investimento bastante reduzido. Entre as oportunidades para adequada gestão da água destacam-se as seguintes:

- Minimizar a utilização da água através de um plano de conservação e de sua gestão eficiente, principalmente durante as fases de construção e utilização;
- Reaproveitar as águas pluviais /cinzentas, principalmente para a rega, sanitas e outros consumos não humanos, de forma a minimizar o uso de água potável;
- Incentivar a utilização de equipamentos eficientes;
- Incentivar a utilização de materiais permeáveis (áreas externas / coberturas), a fim de evitar poluição da água da chuva durante o escoamento em zonas permeáveis. Esta acção também contribuirá para a redução do “efeito de estufa”, causado pela utilização excessiva de materiais impermeáveis e com reduzida reflexividade. Verifica-se desta forma um contributo desta acção para outras categorias como a Qualidade do Ar Exterior e Energia (através da redução da temperatura envolvente, reduz-se a necessidade de arrefecimento) e para a gestão das matérias (através de uma escolha mais adequada);
- Controlar e minimizar perdas de água, através de detectores de fuga, sistemas de corte e detectores de presença;
- Incentivar a utilização de plantas nativas, que consumam menos água do que as plantas exóticas.

Gestão dos materiais e dos recursos – A escolha dos materiais é determinante para diferentes factores de qualidade interior, para a manutenção e para o fim de vida dos materiais. Apesar da complexa quantificação, devido à diversidade de materiais existentes e das reduzidas informações dos seus fabricantes, estes possuem elevada responsabilidade nas emissões de CO<sub>2eq</sub>. Entre as acções a ter em atenção durante a escolha dos materiais, destacam-se as seguintes:

- Seleccionar materiais com alta performance em uso e com mínimo impacte ambiental em fases de fabricação e transportes;

- Seleccionar materiais com reduzida energia incorporada ( $\text{gCO}_2$  por  $\text{m}^2$ ), que poderão ser avaliados através de Ferramentas de análise do ciclo de vida; (ver denominação no capítulo 2 , secção 2.2.2)
- Ponderar a “mochila ecológica” do material final, isto é, a quantidade (em Kg) de material movido para obter 1Kg do recurso desejado;
- Maximizar a utilização de materiais renováveis, reciclados e certificados;
- Minimizar a utilização de materiais tóxicos;
- Desenvolver sistemas construtivos que favoreçam o menor desperdício de materiais, tais como materiais standardizados e pré-fabricados.

Gestão dos resíduos – Esta categoria pretende fomentar o encaminhamento dos resíduos para a reutilização, de forma a promover o adequado ciclo de vida dos recursos. Conforme mencionado no segundo capítulo, o resíduo não deve ser visto como o fim de um ciclo, mas como oportunidade de transformação num novo recurso. Além dos benefícios ambientais e sociais associados à minimização dos resíduos, na vertente económica, esta categoria aplicada, por exemplo, a grandes superfícies comerciais reflecte-se na redução dos encargos associados às taxas de deposição de resíduos em aterros sanitários. Torna-se importante ressaltar que actualmente os encargos associados à reciclagem são bastante mais reduzidos do que os encargos associados à incineração e à colocação em aterros sanitários.

Entre os meios de actuação, destacam-se abaixo medidas de projecto que deverão ser contempladas. No entanto, a educação ambiental e a boa conduta dos usuários dos edifícios são as principais iniciativas para obter o sucesso e o resultado esperado com esta categoria. As medidas de projecto são:

- Definir espaços em projecto que privilegiem a correcta separação dos resíduos, quer durante a construção, quer durante a utilização dos edifícios;
- Privilegiar a reutilização (em primeiro lugar) e a reciclagem (em segundo lugar) sempre que possível;
- Promover a valorização orgânica, através da separação de resíduos orgânicos em locais refrigerados, revestidos com material lavável e com pontos de água disponíveis;
- Promover sessões de formação para os utilizadores do edifício.

Qualidade do Ambiente Interior (QAI) – A qualidade e o conforto do ocupante do edifício tem-se reflectido directamente na sua produtividade. Cada vez mais esta afirmação tem sido estudada e

comprovada. Quer o conforto acústico, quer o conforto térmico, visual e de qualidade do ar interior, são temas que devem ser tratados nesta categoria, devendo ser analisados, caso a caso, conforme a actividade e o espaço. As medidas a tomar são as seguintes:

- Monitorizar e evitar a reduzida qualidade do ar interior durante a renovação, demolição e actividades de construção;
- Assegurar adequado nível de iluminação natural, favorável às actividades de trabalho;
- Assegurar adequado conforto acústico e isolamento de ruídos interiores e exteriores;
- Providenciar medidas de controlo da iluminação e sistemas AVAC. Prever em projecto a fácil manutenção e substituição de sistemas e materiais;
- Projectar ambientes que aumentem o conforto, a performance e a produtividade;
- Minimizar a utilização de materiais tóxicos.

Qualidade do Ambiente Exterior (QAE) – Esta categoria reúne as medidas que visem minimizar a poluição que pode ser emitida por um empreendimento e que pode afectar a comunidade envolvente, quer na fase de construção, proveniente de ruído e poeiras, quer durante a sua utilização, causada pela deslocação dos seus utilizadores em diferentes meios de transportes e pelas emissões de sistemas e equipamentos instalados no edifício. Entre as boas práticas que poderão ser efectuadas destacam-se as seguintes:

- Incentivar a utilização de energias obtidas por fontes renováveis, quer através de produção local, quer através das energias “verdes” adquiridas através da rede;
- Minimizar eventuais ruídos provocados por equipamentos e que possam afectar a população envolvente;
- Minimizar a poluição visual nocturna, que possa afectar a flora e fauna local, através da escolha adequada do tipo e direcção da iluminação, e ajustando os horários de funcionamento.

Bem-estar Social – No caso dos edifícios comerciais (tipologia que será analisada neste trabalho) esta categoria foi adicionada ao GPS, de forma a promover a interacção e a sinergia entre o promotor do empreendimento e os diferentes intervenientes locais, ou seja, os visitantes, a comunidade local e organizações não governamentais. É importante reconhecer o papel das grandes superfícies comerciais na promoção da verdadeira dinâmica social local. Ou seja, a responsabilidade social deve ser vista como elemento chave da sustentabilidade a ser promovido,

nos casos das tipologias que envolvam e que possam influenciar uma mudança local. Podem destacar-se as seguintes acções:

- Identificar carências na comunidade local, para, de forma incisiva responder às necessidades concretas dos “stakeholders” locais.
- Promover o bem-estar social e criar dinâmicas entre operadores (lojistas), visitantes (clientes) e comunidade local.

Crescimento económico – Sendo uma das vertentes da sustentabilidade, o vector económico não poderia deixar de ser mencionado. Não se pode promover a construção sustentável desvinculando a temática financeira, porque esta é, actualmente, o principal factor determinante para a introdução da sustentabilidade na construção por parte dos promotores e dos investidores imobiliários.

Envolvimentos das partes interessadas – Todas as acções sustentáveis, que sejam efectuadas num edifício, devem ser devidamente transmitidos aos diferentes “stakeholders” do edifício. A participação e os contributos dos utentes do edifício, durante a fase de utilização, são fundamentais para o sucesso e adequado desempenho dos mesmos. Das medidas a implementar, tendo em conta as actividades envolventes de uma superfície comercial, destacam-se como boas práticas, as seguintes medidas já implementadas pela Empresa Chamartín:

- Preparação do Manual do Operador, onde se evidenciam informações gerais, contactos, medidas de segurança, referências às medidas ambientais introduzidas em projecto, e contributos necessários para o bom funcionamento do estabelecimento.
- Divulgação das metas ambientais e dos resultados mensais obtidos a todos os visitantes e trabalhadores dos Centros Comerciais;
- Organização de conferências sobre os temas de sustentabilidade abrangendo todos os Centros Comerciais em Gestão (em Operação);
- Realização de reuniões para a prestação de informações e esclarecimentos conceptuais e técnicos em relação às diversas especialidades e empreiteiros, de forma a assegurar a correcta integração e continuidade no envolvimento (e participação) no domínio das diferentes práticas sustentáveis.
- Realização de acções de sensibilização ambiental para todos os operadores e prestadores de serviço, equipas de gestão dos Centros e Gestão dos Projectos.

## 5.2.2 Resultados obtidos com o GPS.

Com base no trabalho anteriormente efectuado, e onde se incluem os critérios definidos por ferramentas voluntárias de sustentabilidade, o passo seguinte foi promover reuniões internas na empresa com especialistas (nomeadamente engenheiros e arquitectos). Nesta fase, o objectivo passava por discutir e classificar os diferentes critérios em função da fase do empreendimento em que estes critérios melhor se enquadravam, bem como, quem deveria ser o responsável pela sua implementação.

Após a finalização desta etapa, o passo seguinte contou com o apoio do sector de informática para desenvolvimento da programação final e sua aplicação na intranet. O resultado (apesar de ainda bastante incipiente) demonstrou ser bastante satisfatório, como se poderá verificar a seguir.

A principal característica da referida ferramenta foi a sua facilidade na identificação de critérios de sustentabilidade, através de diferentes perspectivas que poderão ser filtradas por (ver tabela 5.1):

- Fases de Projecto (prospecção, concepção, projecto, construção e operação);
- Por ferramenta Voluntária de Sustentabilidade (BREEAM, SBTOOL, LIDERA, LEED);
- Por especialidades do projecto (arquitetura, energia, paisagismo, AVAC, água e esgotos, segurança, promotor, etc. ...);
- Por categorias de interesse (energia, materiais, água, bem-estar social...).

Tabela 5.1 - Elementos chaves que poderão ser analisadas no GPS.

Ferramenta	Fases do Projecto	Especialidades	Categorias
BREEAM	Prospecção	Arquitect. conceito	Biodiversidade
SBTool	Concepção	Arquitect. execução	Energia e impacte
LiderA	Projecto	Estrutura	Água e impacte
LEED	Construção	Gás	Materiais, recursos e resíduos
outros	Gestão	Águas e esgotos	Qualidade do Ambiente Interior
		AVAC	Qualidade do Ambiente Exterior
		Electric. e telecom.	Bem-estar social
		Acústica	Cresc. Económico
		Térmica	Envolvimento das partes
		Segurança	
		Paisagismo	
		Energias	
		Promotor	

O GPS, que se encontra disponível na "Artnet" (intranet da empresa) para todos os colaboradores e gestores de projecto, tornou-se num importante mecanismo de divulgação e de participação entre os "stakeholders" da empresa. Ou seja, no decorrer das diferentes fases de desenvolvimento do projecto, o gestor de projecto (colaborador da empresa) poderá consultar no GPS os critérios que



poderão ser contemplados pelas diferentes especialidades, ou mesmo, identificá-las através das diferentes categorias da sustentabilidade. A consulta ao GPS poderá ser bastante específica, e tal como se pode verificar nas figuras abaixo referidas, os resultados da consulta podem ser impressos e distribuídos pelo gestor do projecto durante o desenvolvimento do empreendimento.

A seguir apresenta-se o procedimento aplicado para utilização do GPS. O exemplo abaixo refere-se aos procedimentos de entrada no site (acesso restrito aos colaboradores da empresa) e que poderá ocorrer directamente através da página principal da empresa (ArtNET) para utilização geral (Figura 5.1), como também identificada por empreendimento, tal como poderá se verificar na figura 5.2.

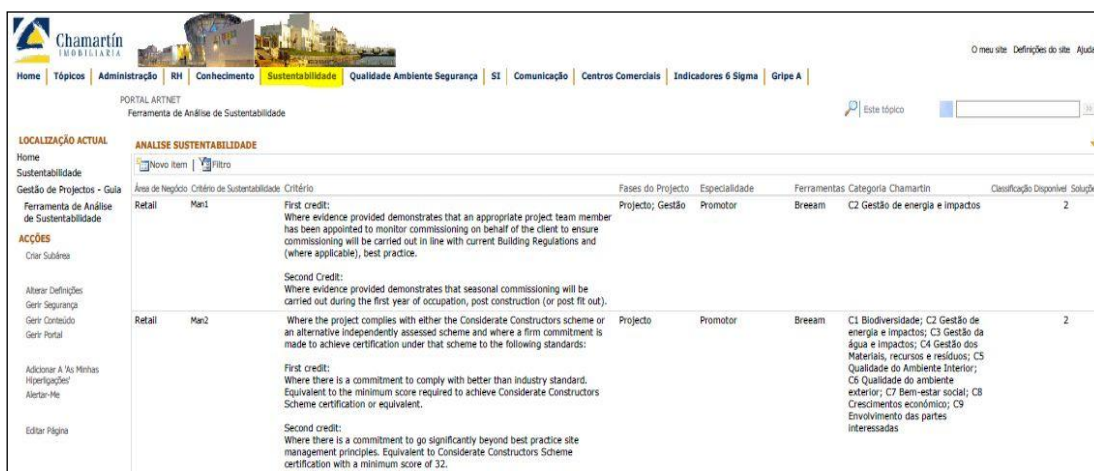


Figura 5.1- Página principal para visualização da Ferramenta informática GPS.

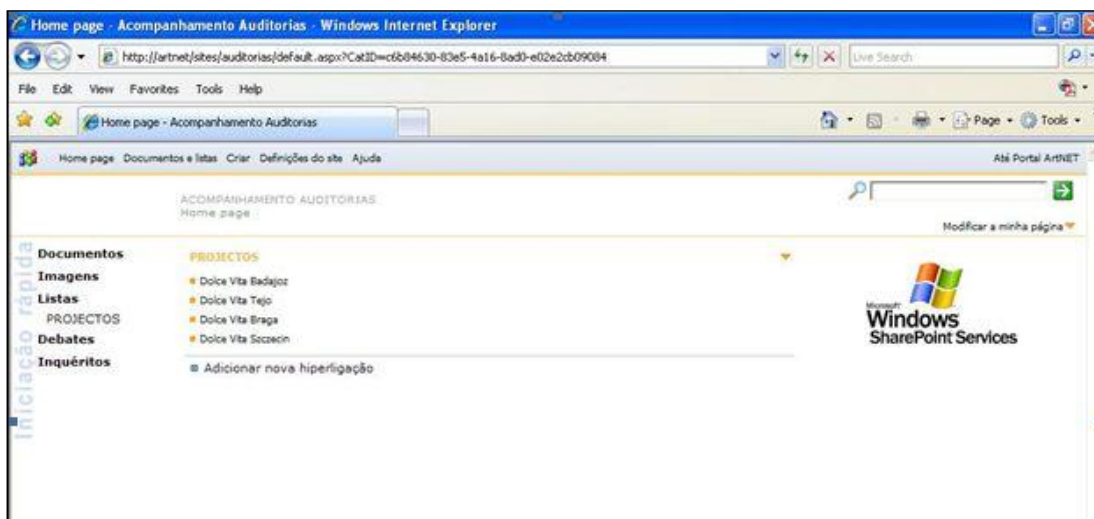


Figura 5.2- Entrada alternativa para o GPS através dos diferentes empreendimentos da empresa.

Na página principal, poder-se-á realizar a análise de sustentabilidade através das três diferentes áreas de negócios da empresa (Retail, Residencial e Corporate), conforme se observa na figura 5.3. Esta diferenciação serem por área de negócio deve-se ao facto de na maioria das ferramentas de sustentabilidade são definidos critérios diferenciados em função da tipologia do edifício.

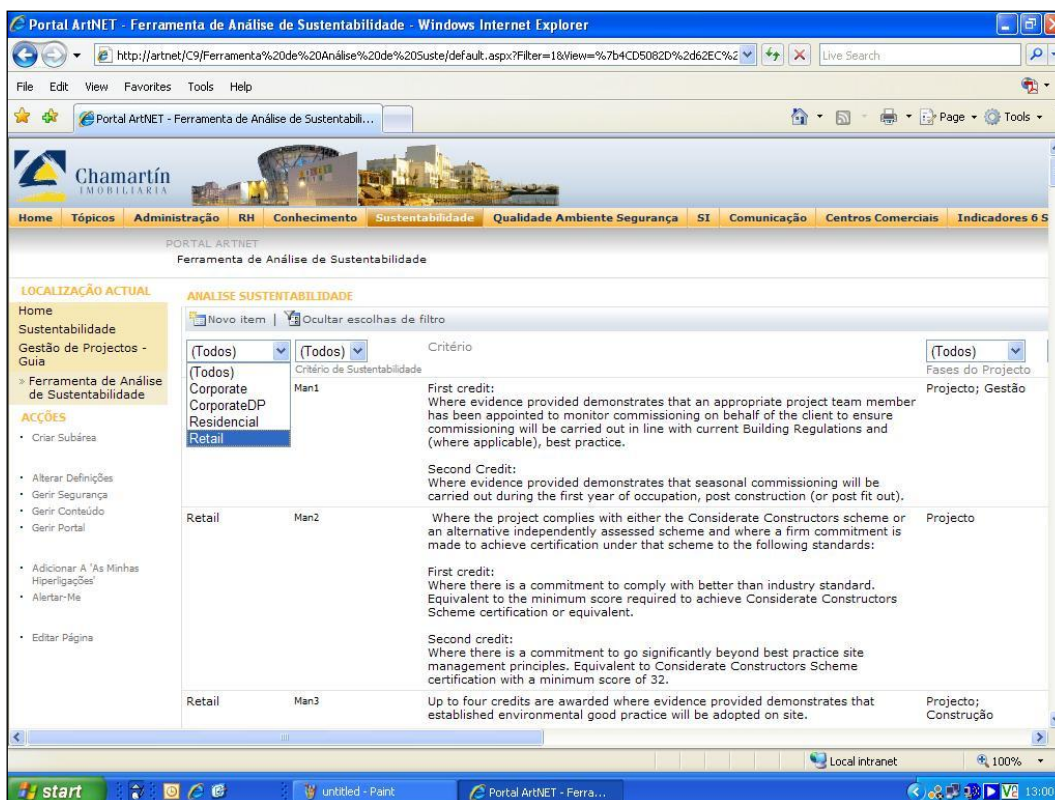


Figura 5.3- Selecção dos critérios de sustentabilidade através das diferentes áreas de negócios.

A seguir apresenta-se um exemplo de utilização aplicado a um dos empreendimentos (Dolce Vita Braga), e onde se estabeleceu uma escolha de filtros por fases (ver figura 5.4) e por especialidades (ver figura 5.5).

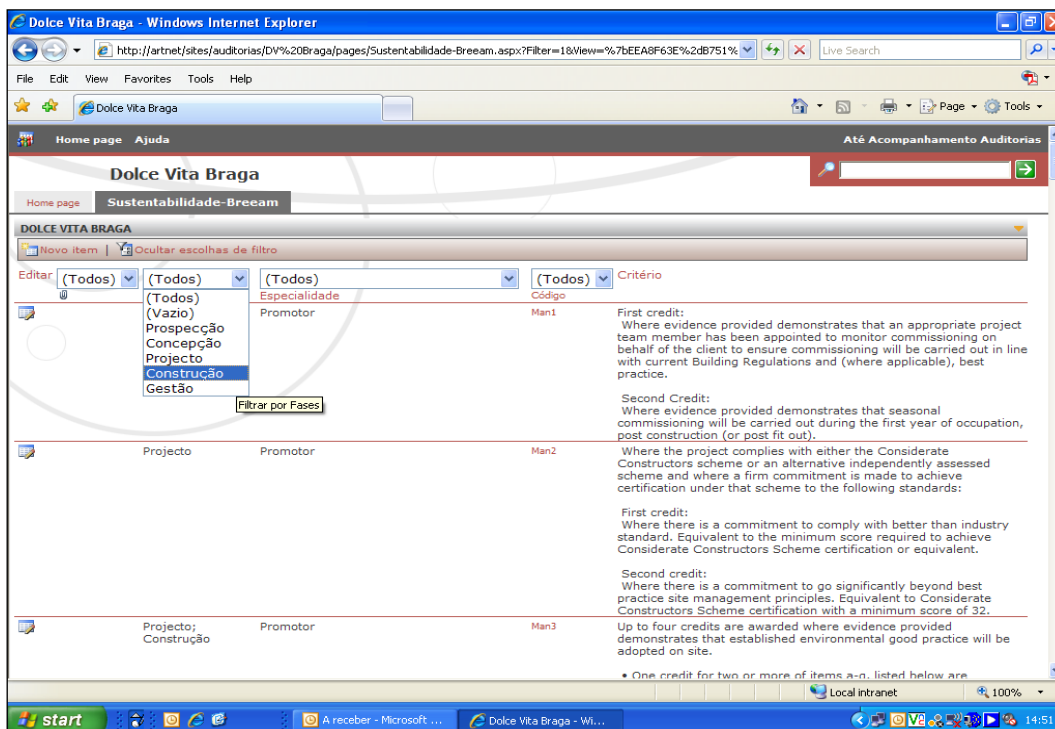


Figura 5.4 - Análise de sustentabilidade através da escolha de filtros por fases do empreendimento.

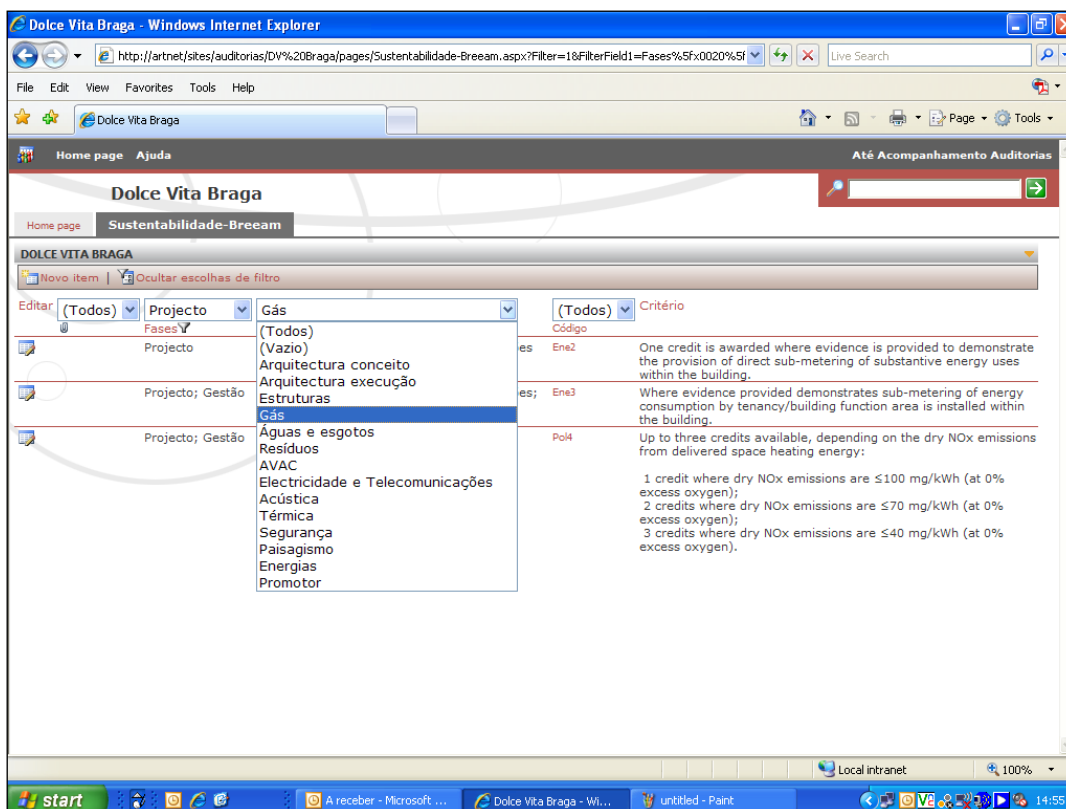


Figura 5.5 - Análise de sustentabilidade através da escolha de filtros por especialidade.

Na figura a seguir apresenta-se o resultado admissível ao analisar os critérios da ferramenta BREEAM, e que se aplicam ao seguinte cenário:

- Área de negócio: Retail
- Fase do empreendimento: Projecto
- Especialidade do projecto: Gás
- Categoria a ser analisada: todas

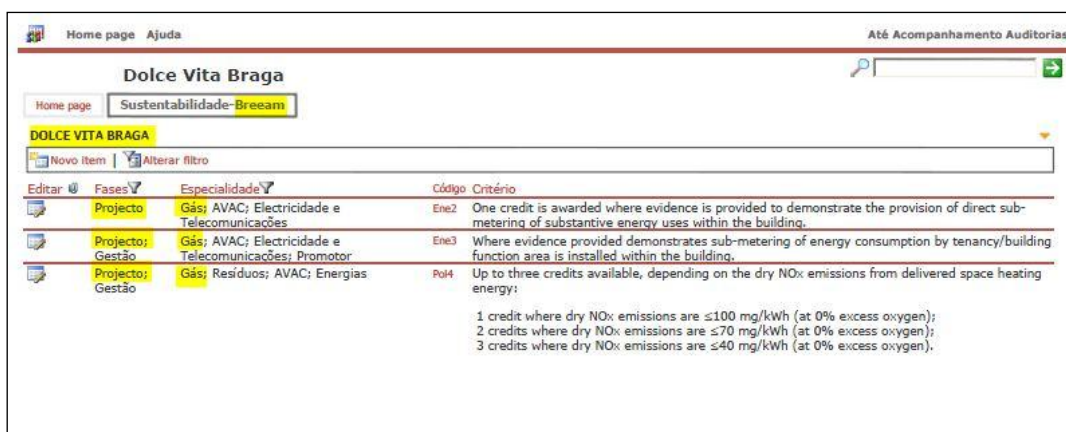


Figura 5.6- Resultado obtido no GPS, através de escolhas de filtros.

O GPS tem sido uma ferramenta bastante útil para a promoção e divulgação de boas práticas nos projectos da empresa. O próximo desafio será conjugar os critérios de sustentabilidade

estabelecidos com as possíveis soluções necessárias para alcançar a excelência do projecto através o cumprimento destes critérios.

Neste sentido, além da apresentação de possíveis soluções de mercado, serão apresentadas estimativas orçamentais aproximadas, bem como uma aplicação prática em relação a um dos empreendimentos da empresa.



## **CAPÍTULO 6 - DESCRIÇÃO DOS EDIFÍCIOS DE REFERÊNCIA E CASO DE ESTUDO.**

### **6.1 Introdução**

Os centros comerciais tendem a produzir um relevante impacto na “Triple bottom line” (base da sustentabilidade), ou seja, relativamente aos vectores económicos, sociais e ambientais. Desde os anos oitenta, observa-se um rápido crescimento no número de centros comerciais em Portugal, o que tem gerado mudanças significativas na realidade nacional, quer sejam de forma imediata e directa, quando interagem com a localidade onde os Centros Comerciais se encontram inseridos, quer de forma indirecta, quando interferem na própria alteração dos hábitos dos portugueses (Jesus L., Almeida M. e Almeida A.C., 2007).

Estas mudanças poderão ter efeitos significativos nas três vertentes (Jesus L., Almeida M. e Almeida A.C., 2007):

- Na vertente ambiental, observa-se:

- Elevada utilização de recursos naturais, uso do solo e alteração da biodiversidade local e impactes causados durante a construção e utilização dos centros comerciais;
- Transformação de áreas permeáveis em grandes superfícies impermeáveis;
- Aumento da poluição gerada no transporte de materiais de construção;
- Elevado consumo de energia (principalmente relacionado com iluminação e arrefecimento, que representam 80% do consumo de energia, verificado nos centros comerciais);
- Aumento da poluição gerada pela deslocação de trabalhadores e visitantes aos centros comerciais, bem como pelo transporte de mercadorias;
- Aumento da produção de resíduos durante as fases de construção e utilização.

- Na vertente económica e social, admite-se:

- Alteração e aumento do tráfego viário;
- Existência de um elemento âncora na definição/redefinição de espaços construtivos e urbanos;
- Desenvolvimento económico da sua envolvente;
- Geração de emprego;
- Possibilidade de empreender modelos inovadores de gestão urbana, bem como dinamizar projectos de cooperação institucional e parcerias estratégicas para a criação de nichos urbanos sustentáveis;
- Existência de locais com visibilidade para a divulgação de boas práticas ambientais e de sustentabilidade.

## **6.2 Descrição dos edifícios de referência**

A seguir será feita uma breve descrição das principais características dos edifícios de referência, onde se destacam as seguintes informações:

- Informações gerais dos edifícios de referência, onde se incluem informações do projecto e áreas correspondentes.

- Características construtivas dos diferentes centros comerciais (CC).
- Características das instalações, bem como os principais consumos associados, nos diferentes CC.

### 6.2.1 Informações gerais dos edifícios de referência.

**DVD** – Centro Comercial Dolce Vita Douro (DVD). Este CC foi inaugurado em 2004 e localiza-se na nova zona de expansão de Vila Real (Lugar da Guia – S. Pedro), junto à Universidade de Trás os Montes e Alto Douro (Ver figura 6.1 e 6.2).



Figura 6.1 – Entrada Principal do DVD



Figura 6.2 – Planta do Piso 1 do DVD (Entrada principal)

Fundamentalmente, o edifício desenvolve-se em seis pisos. O espaço destinado às lojas, define-se entre os pisos 1 e 2 (incluindo cinemas e restauração) e o piso 0 comporta o Hipermercado e as



pequenas lojas. Nos dois pisos inferiores (pisos -1 e -2) encontram-se os estacionamento, e para finalizar, o piso 3 comporta as áreas de administração, balneários e WC's da restauração e as salas técnicas. Uma das características que diferencia este edifício dos restantes Centros Comerciais, é o facto de este edifício ter sido uma reestruturação de uma construção abandonada e inacabada, o que resultou num aproveitamento de aproximadamente 25% da estrutura existente (estrutura de betão pré-fabricada).

O regime de funcionamento do Centro Comercial efectua-se entre as 9h e as 23h, sendo a abertura das 130 lojas somente a partir das 10h.

**DVC-** Centro Comercial Dolce Vita Coimbra (DVC). Este CC foi inaugurado em Abril de 2005 e localiza-se em Celas, Distrito de Coimbra, Portugal (ver figura 6.3 e 6.4). Encontra-se localizado em zona urbana desenvolvida, com muito bons acessos e transporte público.

O centro comercial, localizado entre o Estádio de Coimbra e um conjunto de edifícios de escritórios e residenciais, é definido por quatro pisos de lojas (dois abaixo e dois acima do nível da rua) e um “mezzanino” com dois restaurantes. Quanto aos estacionamento públicos, estes encontram-se intercalados com os pisos das lojas, distribuídos em 4 diferentes pisos, contabilizando no total 2.700 vagas de estacionamento para os visitantes. O horário de funcionamento das 115 lojas define-se entre as 8h30 e as 24h, sendo o horário de abertura ao público somente a partir das 10h.

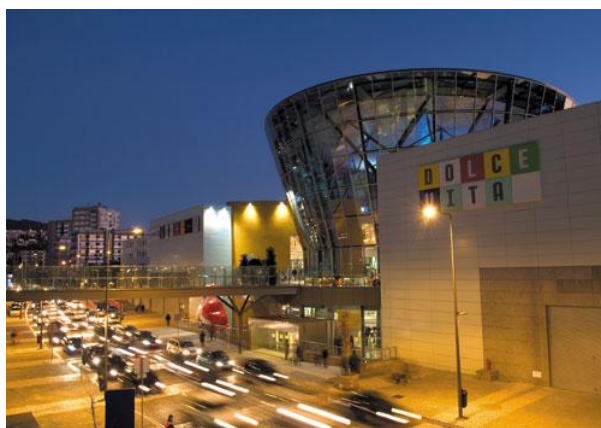


Figura 6.3 – Entrada principal do DVC

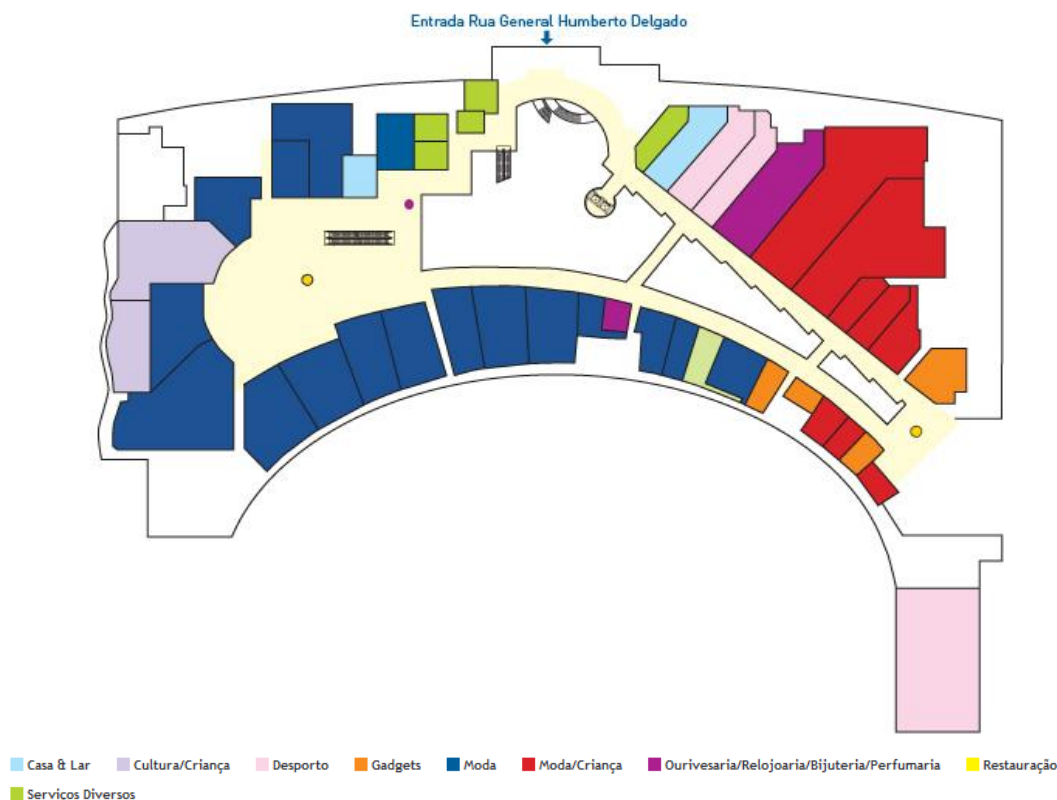


Figura 6.4 – Planta do Piso 2 do DVC (Entrada principal).

**DVP-** Centro Comercial Dolce Vita Porto (DVP). Este CC foi inaugurado em Maio de 2006 e localiza-se nas Antas - Distrito do Porto, Portugal (ver figura 6.5 e 6.6). Assim como o DVC, encontra-se em área urbana bastante desenvolvida, possui bons acessos viários e meios de transporte público bastante diversificados (inclusive metro à porta).

Fundamentalmente, este Centro Comercial define-se por 4 pisos de ABL (Área Bruta Locável), sendo 3 pisos de lojas (pisos 1,2 e 3) e um piso ocupado por restaurantes e cinemas (piso4). O hipermercado, bem como algumas lojas, funcionam no piso 0, e o estacionamento encontra-se distribuído entre os pisos das lojas, com excepção do piso 0 e 4, sendo este constituído por pisos intermediários (1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B).

O regime do funcionamento das 119 lojas efectua-se entre as 9h e 24h, sendo o horário de abertura ao público somente a partir das 10h.



Figura 6.5 – Vista do DVP da VCi (Via de cintura interna)



Figura 6.6 - Planta do piso 1 do DVP (Entrada principal).

Através da análise da tabela 6.1, poderá observar-se a subdivisão das áreas nos três Centros Comerciais, com base nas diferentes tipologias e repartições comuns num Centro Comercial.

Tabela 6.1 – Definição das áreas por funcionalidade, nos três centros comerciais de referência.

	DVD		DVC		DVP	
	Área	%	Área	%	Área	%
ABL (Área Bruta Locável)	30.214	38,1%	38.055	33,9%	39.000	33,2%
Mall	8.448	10,7%	9.003	8,0%	13.456	11,5%
Cais de carga e descarga	2.660	3,4%	2.809	2,5%	1.547	1,3%
Corredores técnicos	6.011	7,6%	5.074	4,5%	7.537	6,4%
WCs	568	0,7%	962	0,9%	961	0,8%
Administração	928	1,2%	318	0,3%	667	0,6%
Estacionamento	30.393	38,4%	55.596	49,5%	54.344	46,2%
total das áreas analisadas	79.222	100%	111.817	100%	117.512	100%

Através das figuras 6.7, 6.8 e 6.9, pode observar-se que, nos três centros comerciais, as áreas mais expressivas são os estacionamento (espaços não climatizados) e as áreas reservadas para as lojas (cujas escolhas dos equipamentos e de iluminação são da responsabilidade dos futuros operadores). Ou seja, uma grande parte das acções de melhoria do desempenho promovidas nos edifícios de referência, e que serão analisadas mais à frente, foram realizadas nos espaços geridos pelo promotor, sendo as áreas comuns e de estacionamento, em cerca de 20% e 45% da área total do empreendimento, respectivamente. Ressalva-se que no caso dos estacionamento, os elevados consumos relacionados com a iluminação e ventilação mecânica foram os principais enfoques de acção para a definição de estratégias de melhoria.

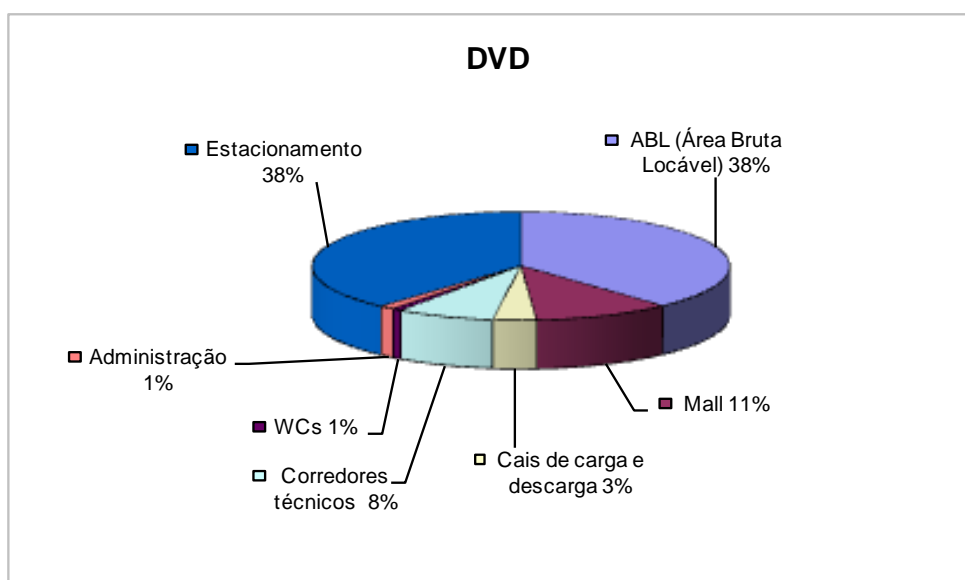


Figura 6.7 – Áreas por funcionalidade do DVD.

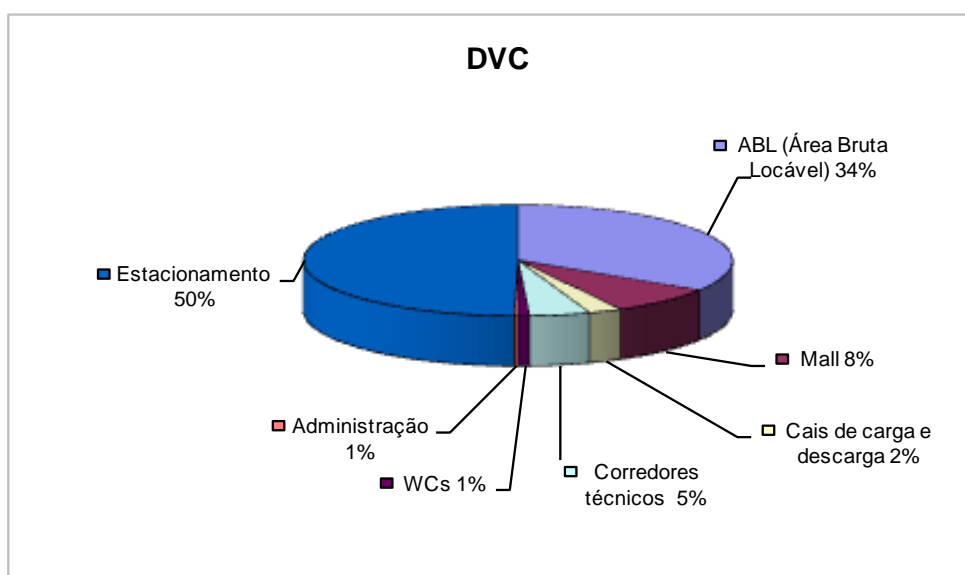


Figura 6.8 – Áreas por funcionalidade do DVC.

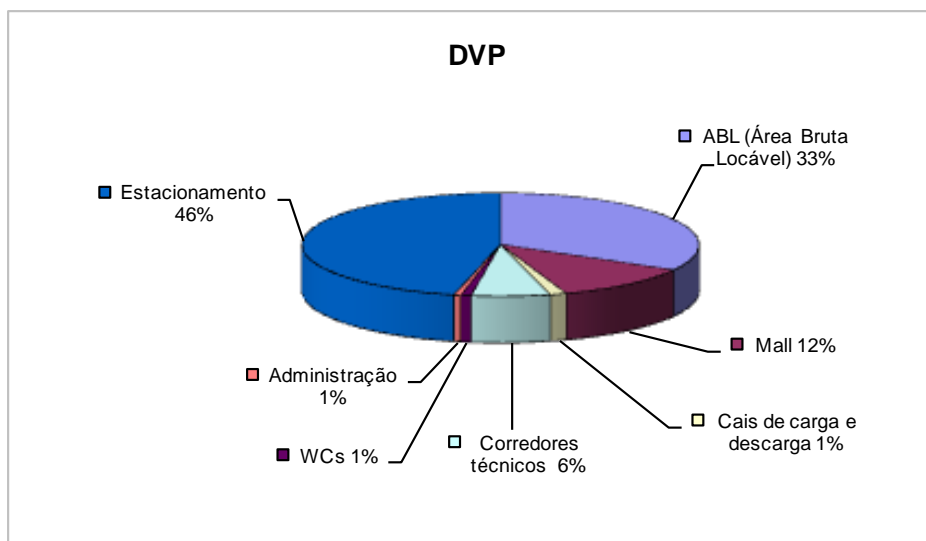


Figura 6.9 – Áreas por funcionalidade do DVP.

### 6.2.2 Características Construtivas

Os três centros comerciais são definidos por soluções construtivas bastante semelhantes (com excepção do elemento estrutural e do revestimento exterior aplicado ao DVC; proporcionando assim melhores condições de conforto térmico quando comparado com os restantes). As características construtivas dos três casos de estudo, poderão ser abaixo evidenciadas na tabela 6.2, através dos principais materiais utilizados:

Tabela 6.2 – Principais características construtivas dos três edifícios de referência.

Materiais na essência mais evidenciados	DVD	DVC	DVP
Estrutura:	- (20% a 25%) em <b>betão pré-fabricado</b> (reaproveitadas da antiga construção) <b>- Betão armado betonado em situ</b>	- <b>Estrutura metálica e estrutura de betão fungiforme nos estacionamentos.</b>	- Betão armado betonado em situ
Revestimento exterior	- <b>Fachada com painéis pre fabricados</b> (alvenaria+ poliestireno extrudido + painéis de betão agrafados).	- Fachada Sul: <b>Parede dupla:</b> Bloco de betão+isolamento +caixa de ar + bloco de betão. - Restantes Fachadas: <b>Fachada ventilada:</b> alvenaria + poliestireno extrudido+ caixa de ar e granito flamejado ou painéis de "sanduiche" de alumínio (tipo Alucobond)agrafados.	- <b>Fachada com painéis pre fabricados</b> (alvenaria+ poliestireno extrudido + painéis de betão agrafados).
Divisórias entre lojas:	- Blocos de Betão	- Blocos de Betão	- Blocos de Betão
Divisórias entre corredores técnicos:	- Blocos de Betão	- Blocos de Betão	- Blocos de Betão
Cobertura:	- <b>Estrutura Metálica</b> revestida com PVC e isolamento térmico na face superior e lateral e inferiormente em Alucobond, com 3 clarabóias sobre o mall	- <b>Cobertura plana:</b> Betão armado+ LECA+ betume+lâmina alveolada com geotextil+ microbetão.	- <b>Cobertura plana:</b> Betão armado+ LECA+ betume+lâmina alveolada com geotextil+ microbetão.

Tabela 6.2(cont.) – Principais características construtivas dos três edifícios de referência.

Materiais na essência mais evidenciados	DVD	DVC	DVP
Pavimento do mall:	- Terrazzo	- Terrazzo	- Terrazzo
Tecto do Mall	- Tecto falso de gesso cartonado	- Tecto falso de gesso cartonado	- Tecto falso de gesso cartonado
Fachadas de Vidro e clarabóias:	- Caixilharia de alumínio com corte térmico+ vidro duplo	- Caixilharia de alumínio c/ ruptura + vidro duplo transparente / ou serigrafado.	- Caixilharia de alumínio com corte térmico + vidro duplo transparente/ colorido

### 6.2.3 Características das instalações

É também importante conhecer as principais necessidades energéticas dos edifícios de referência e os principais equipamentos utilizados para o seu adequado funcionamento. Na tabela 6.3, identificam-se os principais equipamentos que foram instalados nos três diferentes centros comerciais e nas figuras 6.10, 6.11 e 6.12, é possível observar as repartições energéticas reportadas durante auditoria realizadas em 2006 e 2007.

Tabela 6.3 - Relação dos principais equipamentos utilizados nos três edifícios de referência (Fonte: A. Ramalhão, 2007).

Principais equipamentos utilizados	DVD	DVC	DVP
Climatização	- UTAs (Unidade de tratamento de ar)	- UTAN (Unidade de tratamento de ar 100% ar novo).	- UTAs (Unidade de tratamento de ar)
	- Arrefecimento: Chillers / Bancos de Gelo e Permutadores de Calor.	- Arrefecimento: Chillers / Bancos de Gelo e Permutadores de Calor.	- Arrefecimento: Chillers / Bancos de Gelo e Permutadores de Calor.
	- Estacionamento: Sistemas de ventilação e desenfumagem.	- Estacionamento: Sistemas de ventilação e desenfumagem.	- Estacionamento: Sistemas de ventilação e desenfumagem.
	- Aquecimento: Caldeira (gás natural)	- Aquecimento: Caldeira (gás natural)	
Iluminação	- Areas Comuns: Iodetos Metálicos + fluorescentes tubulares com balastros. (Excepto: Iluminação decorativa)	- Areas Comuns: Iodetos Metálicos + fluorescentes tubulares com balastros(Excepto iluminação decorativa).	- Areas Comuns: Iodetos Metálicos + fluorescentes tubulares com balastros (Excepto iluminação decorativa)
	- Estacionamento: fluorescentes tubulares com balastros.	- Estacionamento: fluorescentes tubulares com balastros.	- Estacionamento: fluorescentes tubulares com balastros.
	- 8 Montacargas,	- 7 Montacargas,	- 8 Montacargas,
	- 2 elevadores,	- 4 elevadores,	- 8 elevadores,
Transporte vertical	- 4 tapetes com regulador de velocidade,	- 4 tapetes com regulador de velocidade,	- 6 tapetes com regulador de velocidade,
	- 12 escadas rolantes com regulador de velocidade	- 10 escadas rolantes com regulador de velocidade	- 10 escadas rolantes com regulador de velocidade
	- Bombas de água da rede ( c/ variadores de velocidade)	- Bombas de água da rede ( c/ variadores de velocidade)	- Bombas de água da rede ( c/ variadores de velocidade)
	- Bombas das águas residuais,	- Bombas das águas residuais,	- Bombas das águas residuais, incêndio.
Outros	- Bombas de água da rede de incêndio.	- Bombas de água da rede de incêndio.	- Bombas de circulação de água da fonte luminosa
OBS: (Grande maioria dos sistemas são controlados pelo GTC (Gestão técnica centralizada).			

Nas figuras abaixo, observa-se que grande parte dos consumos, durante a fase de utilização de um centro comercial, está associado à climatização e à iluminação. Com excepção da climatização, os valores abaixo representados, revelam os consumos somente de áreas comuns. Este facto justifica em grande parte o elevado consumo associado à climatização, que representa o consumo de áreas comuns e das lojas. O mesmo aconteceria, se fosse considerado a iluminação das lojas, a sua repartição seria relevantemente superior.

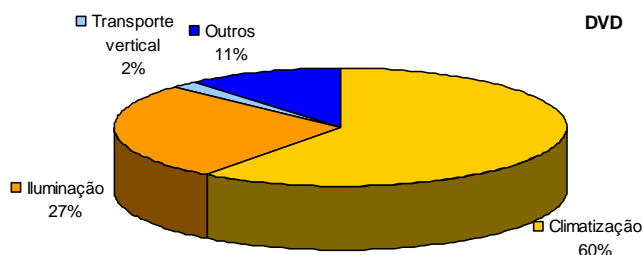


Figura 6.10 - Repartição do consumo de energia do DVD (áreas geridas pelo promotor) (Fonte: A.Ramalhão, 2006)

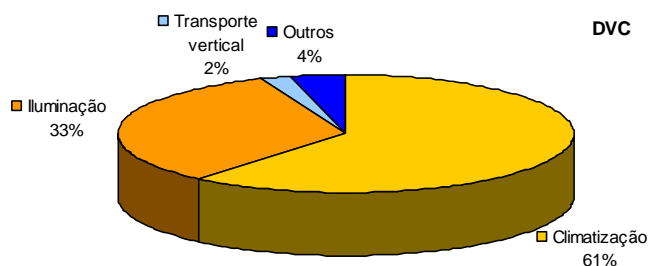


Figura 6.11- Repartição do consumo de energia do DVC (áreas geridas pelo promotor) (Fonte: A. Ramalhão, 2007)

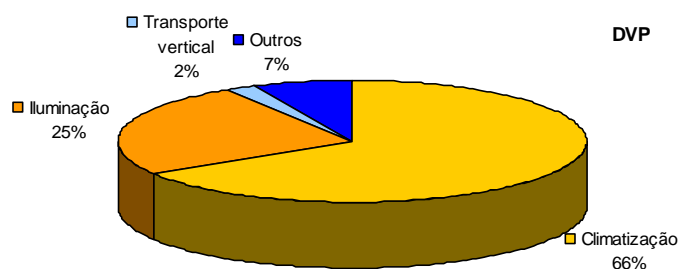


Figura 6.12- Repartição do consumo de energia do DVP (áreas geridas pelo promotor) (Fonte: A. Ramalhão, 2007)

### 6.3 Análise do desempenho dos edifícios

A análise dos edifícios de referência iniciou-se em meados de 2005 e desde então, foram mensalmente controlados no âmbito da política ambiental e de sustentabilidade entretanto adoptada pela empresa. No entanto, neste estudo, apenas serão analisados os anos de 2006 e 2007, pois são os anos que coincidem com a calendarização do trabalho. São os anos relativamente aos quais



Todas as informações recolhidas foram reportadas de forma ordenada para o seu devido controlo e monitorização, para além da definição de indicadores com base no seu consumo por áreas comuns e consumo por visitantes (que também são controlados diariamente). Estas informações foram reportadas mensalmente e organizadas numa folha de cálculo, conhecida por desempenho ambiental, conforme poderá ser verificado na figura 6.13.

### Dados Gerais

## Desempenho (Ambiental e económico) de (Ano)

CENTRO COMERCIAL  
**DOLCE**  
**VITA**  
RODO

CENTRO COMERCIAL  
**DOLCE**  
**VITA**  
PORTO

CENTRO COMERCIAL  
**DOLCE**  
**VITA**  
EST. LULA

(Nome do CC)	Dados Gerais												(Ano)
ABL	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
<b>ENERGIA</b>													
E. Electrica (KWh)													
Diesel (Lts)													
Gasolina (Lts)													
Gás Natural (M3)													
<b>ÁGUA</b>													
água M3 (Centro)													
água M3 (estacion.)													
água M3 (fugas)													
água M3 (total)													
<b>RESÍDUOS</b>													
reciclados (Kg)													
não reciclados (KG)													
total de resíduos													
% reciclados													
<b>EUROS</b>													
Euros (E. eléctrica)													
Euros (Diesel)													
Euros (Gasolina)													
Euros (M3-Gás)													
Euros (Água)													
total (Euros)													
Conversões necessárias													
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	total
<b>Conversão Energia em TEP</b>													
E. Electrica (KWh)													
Diesel (Ltr para ton)													
Gasolina (Ltr para ton)													
G. Nat. (M3 p/1000M3)													
Energia total (TEP)													
KgCO2													
Outros Dados													
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	total
tráfego													

Consumos identificados recolhidos mensalmente

Dados necessários para a definição dos indicadores ( por área e por 1000 convidados)

Para adequada soma dos consumos de energia foi necessária a sua conversão para TEP e KgCO2

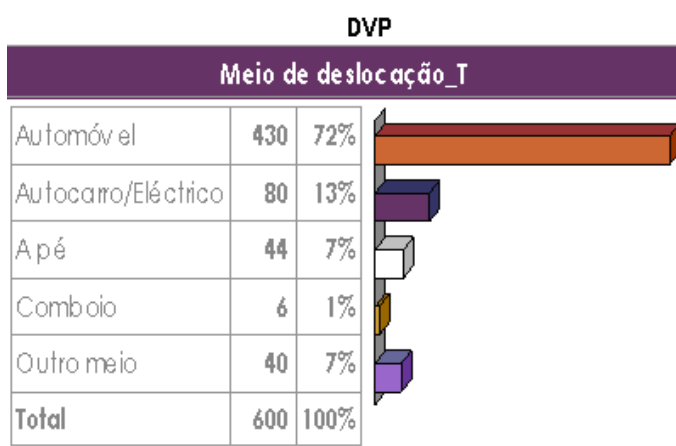
Figura 6.13- Base de dados para a recolha dos consumos mensais e tráfego dos três centros comerciais de referência.



É importante ressaltar que, nesta análise comparativa entre Centros Comerciais e anos homólogo não estão incluídos outros impactes (não menos importantes) relacionados com os meios de transporte dos visitantes, lojistas e mercadorias.

A não contabilização de alguns impactes, é justificada pela ausência e insuficiência de dados (não obtidos nos decorrentes anos de análise). No entanto, actualmente esse tipo de informação encontra-se a ser trabalhada, bem como controlada através do GTC (Gestão Técnica Centralizada). Exemplo disso, são as amostragens onde se pode averiguar a percentagem dos meios de transporte mais utilizados pelos visitantes (ver tabela 6.4).

Tabela 6.4 - Exemplo da análise realizada no DVP, no intuito de verificar os meios de transporte nas suas deslocações ao CC, utilizados pelos visitantes.



Com base na recolha de informação mensal e na definição de indicadores, foi possível realizar dois tipos de análises:

- Análise individual, que resulta da realização de um estudo detalhado dos diferentes consumos anuais, para efeito de comparação entre períodos homólogos e para a determinação de metas futuras (ver exemplo na figura 6.14). Através desta análise foi possível realizar melhorias e acompanhar os progressos na redução de consumos, através da identificação de falhas e da adequada monitorização dos sistemas.
- Análise conjunta, que resulta da definição de um rácio entre os Centros Comerciais, podendo-se assim identificar e comparar o índice de eficiência dos diferentes estabelecimentos. Pode-se também identificar a média de consumos dos edifícios de referência.

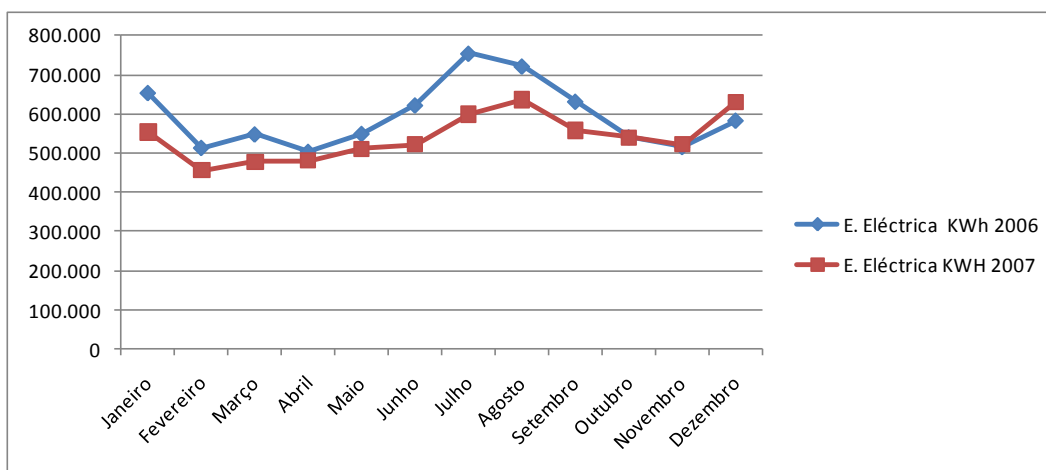


Figura 6.14 – Exemplo de uma análise individual (Dolce Vita Douro DVD) onde foram comparados os consumos de energia do ano 2006 e 2007.

É importante ressaltar que a comparação é realizada de forma directa, sem que seja aplicado o factor de correcção climática (não se estão a considerar as diferenças climáticas locais), ou seja, a média utilizada é com base no consumo real, considerada a mais indicada para a análise económica realizada internamente pelas equipas de melhoria da empresa.

#### 6.4 Análise dos resultados finais (por categoria) obtidos.

##### 6.4.1 Gestão de energia

Considerando os consumos mensais obtidos através da recolha mensal efectuada em cada edifício de referência em 2007, verificou-se uma redução média de aproximadamente 11% relativamente ao ano 2006. Entre estes estabelecimentos, destaca-se o DVP com uma redução energética de aproximadamente 17,6% de um ano para o outro (ver tabela 6.5 e Figura 6.15). Pode afirmar-se que o processo de monitorização e auditoria energética foi um dos primeiros passos para se poderem efectuar medidas de eficiência, ou seja, sem a quantificação destes valores, seria improvável o sucesso das medidas de eficiência implementadas. Destas medidas destacam-se as seguintes:

- Optimização da estratégia e controlo dos horários de funcionamento dos bancos de gelo (em horas do dia e durante horas de ponta);
- Redução da iluminação após o horário de funcionamento do Centro Comercial, mantendo-se somente iluminação de segurança;
- Optimização dos horários de funcionamento da iluminação (com redução de aproximadamente 50% da iluminação) nos cais de descarga, corredores técnicos e estacionamento;

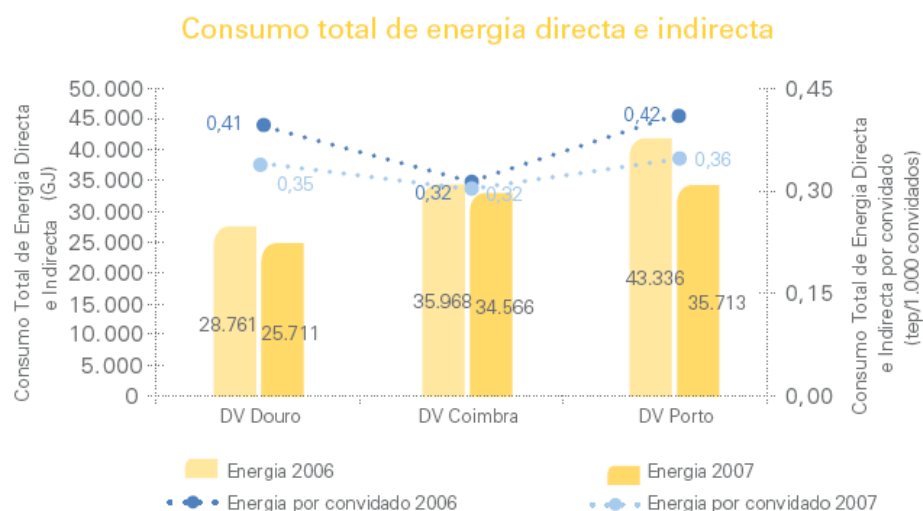
- Alteração das opções do tarifário contratado, de forma a estar melhor adaptado ao horário de funcionamento do estabelecimento comercial;
- Diminuição do consumo dos ventiladores nos parques de estacionamento e em função da qualidade do ar medido no local;
- Correção do factor de potência da alimentação dos parques de estacionamento.

As medidas acima implementadas não acarretaram nenhum investimento adicional, verificando-se somente a optimização dos recursos existentes. No entanto, a seguir destacam-se outras medidas, com excepção da primeira (já implementada), que acarretam algum investimento adicional mas que, após a realização de auditorias, se verificou a decisão da sua introdução nos edifícios de referência:

- Substituição das lâmpadas de 150W para lâmpadas de 70W (medida já implementada no DVD);
- Instalação de sensores de iluminação natural associados com a iluminação artificial exterior;
- Instalação de variadores de velocidade nos sistemas de ventilação nos parques de estacionamento.

Tabela 6.5 - Consumo de energia total nos edifícios de referência expresso em GJ (giga joule)

GJ	2006	2007	Variação (%)
DVD	28.761	25.711	-10,6%
DVC	35.968	34.566	-3,9%
DVP	43.336	35.713	-17,6%
Média	<b>36.022</b>	<b>31.997</b>	<b>-11,2%</b>



Nota: a energia contabilizada no gráfico refere-se a consumos de electricidade (energia indirecta), gás natural e gasóleo (energia directa).

Figura 6.15 - Gráfico representativo da análise comparativa entre os três edifícios de referência (Fonte: Chamartin Imobiliária, 2007)

No intuito de comparar os diferentes edifícios entre si, recorreu-se a dois indicadores, sendo esses os consumos (média mensal) de energia por área e os consumos (média mensal) de energia por visitante. A utilização destes indicadores permitiu a definição de uma média de consumo que serviu de referência para o caso de estudo que à frente será apresentado e que se define como objecto deste trabalho. As tabelas 6.6 e 6.7 representam os resultados finais obtidos.

Tabela 6.6 - Consumo de energia por 1000 m<sup>2</sup> de "mall".

Tep/1000m <sup>2</sup> Mall	2006	2007	Variação (%)
DVD	21,06	19,05	-9,5%
DVC	26,82	25,76	-4,0%
DVP	21,62	17,82	-17,6%
Média	<b>23,17</b>	<b>20,88</b>	<b>-9,9%</b>

Tabela 6.7 - Consumo de energia por 1000 convidados.

Tep/1000conv.	2006	2007	Variação (%)
DVD	0,41	0,35	-14,6%
DVC	0,32	0,32	0,0%
DVP	0,42	0,36	-14,3%
Média	<b>0,38</b>	<b>0,34</b>	<b>-10,4%</b>

#### 6.4.2 Gestão da água

Considerando os consumos obtidos através da recolha mensal efectuada em cada edifício de referência no ano de 2007, verificou-se uma redução média do consumo de aproximadamente 12% relativamente ao ano de 2006. De entre estes estabelecimentos, destaca-se o DVP com uma redução do consumo de água de aproximadamente 20,5% (ver tabela 6.8 e Figura 6.16). A redução do consumo deveu-se a um melhor controlo dos consumos e da usufruição de equipamentos já instalados, como sejam os redutores de caudal e células fotoeléctricas nas torneiras. Uma campanha de sensibilização junto dos utilizadores foi um dos principais factores responsáveis pelo aumento da eficiência no consumo da água.

Tabela 6.8 - Consumo de água total nos edifícios de referência expresso em m<sup>3</sup> (metros cúbicos)

m <sup>3</sup>	2006	2007	Variação (%)
DVD	12.653	11.265	-11,0%
DVC	21.383	20.404	-4,6%
DVP	21.305	16.933	-20,5%
Média	<b>18.447</b>	<b>16.201</b>	<b>-12,2%</b>

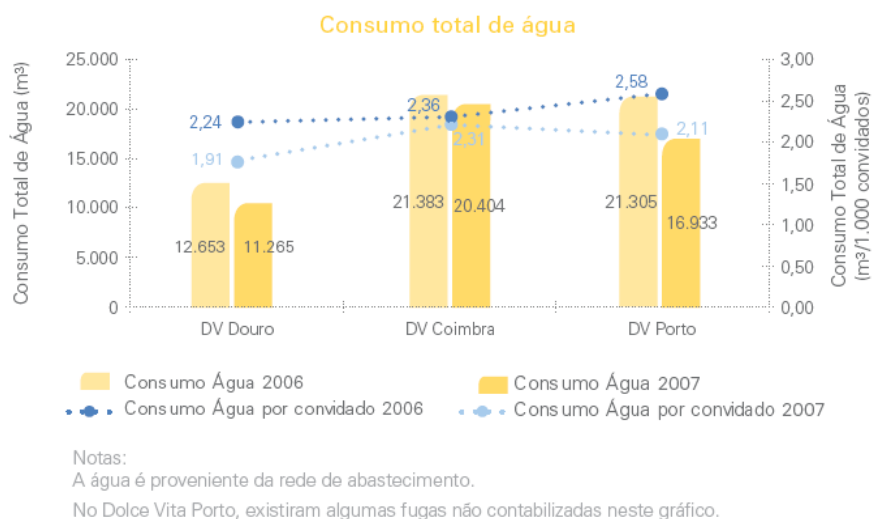


Figura 6.16- Gráfico representativo da análise comparativa entre os três edifícios de referência (Fonte Chamartin Imobiliária, 2007)

De seguida apresenta-se nas tabelas 6.9 e 6.10, os indicadores de consumo (média mensal) por área e por visitante, para efeito comparativo entre edifícios de referência. Observa-se que a média de consumo por área do "mall" dos três centros comerciais no ano 2007, foi de 133,28 m<sup>3</sup>/1000m<sup>2</sup> do "mall" e 2,11 m<sup>3</sup> por cada 1000 convidados.

Tabela 6.9- Consumo de água por 1000 m<sup>2</sup> do "mall".

m <sup>3</sup> /1000m <sup>2</sup> mall	2006	2007	Variação (%)
DVD	124,82	100,73	-19,3%
DVC	197,92	188,86	-4,6%
DVP	131,94	110,26	-16,4%
Média	<b>151,56</b>	<b>133,28</b>	<b>-12,1%</b>

Tabela 6.10- Consumo de água por 1000 convidados

m <sup>3</sup> /1000 conv.	2006	2007	Variação (%)
DVD	2,24	1,91	-14,7%
DVC	2,36	2,31	-2,1%
DVP	2,58	2,11	-18,2%
Média	<b>2,39</b>	<b>2,11</b>	<b>-11,8%</b>

#### 6.4.3 Gestão dos resíduos

Uma das mais importantes informações a reportar neste trabalho é a percentagem de resíduos reciclados nos três edifícios de referência nos anos de 2006 e 2007. Verificou-se na análise que, em média, nos dois anos consecutivos, 30% dos resíduos foram enviados para a reciclagem, percentagem essa que aliás, praticamente se manteve durante os anos subsequentes (ver Tabela 6.11 e Figura 6.17). Este constante resultado deve-se à elevada produção de resíduos sólidos

urbanos (RSU's) verificada nestes CC e que somente através da valorização orgânica de parte destes resíduos (implementada no DVP em 2009) será possível reverter este cenário.

Nos edifícios de referência foram previstos locais apropriados para recolha, separação e encaminhamento dos seguintes resíduos:

- Resíduos Indiferenciados, Resíduos Orgânicos, Papel e cartão, Madeiras, Vidro, Embalagens plásticas, Lâmpadas, Latas, PET, Cruzetas, Plástico, filme, Esferovite, Tinteiros/tonners, Pilhas, REEE e Resíduos higiénicos.

Tabela 6.11- Percentagem de resíduos reciclados nos três edifícios de referência.

Kg	2006	2007	Variação (%)
DVD	35,2%	35,9%	2,0%
DVC	24,0%	28,5%	18,8%
DVP	23,6%	26,6%	12,7%
Média	<b>28%</b>	<b>30%</b>	<b>9,9%</b>



Figura 6.17- Gráfico representativo da análise comparativa entre os três edifícios de referência (Fonte: Chamartin Imobiliária, 2007)

## 6.5 Identificação dos casos de estudo

Através da análise dos edifícios de referência foi possível conhecer as particularidades dos Centros Comerciais, identificar os principais impactes que poderiam advir desta tipologia de edifícios, assim como as principais acções de melhoria que foram aplicadas.

Os consumos médios obtidos através da análise no período de dois anos consecutivos em relação a três centros comerciais de referência, foram de grande valia durante a comparação directa com os

consumos previsíveis dos casos de estudo escolhidos, com ou sem a aplicação de medidas sustentáveis.

Neste sentido, serão retratados neste capítulo, os dois casos de estudo que foram seleccionados, dos quais se acompanharam o seu desenvolvimento bem como as decisões tomadas nas fases de projecto e de construção.

Os dois casos de estudo analisados são o Dolce Vita Tejo (DVT) e o Dolce Vita Braga (DVB), localizados, respectivamente, na Amadora e em Braga.

A seguir será realizada a apresentação destes casos de estudo, seguindo-se o mesmo procedimento que foi desenvolvido com os edifícios de referência, ou seja, foram descritas todas as características arquitectónicas, construtivas, os equipamentos, data de início, finalização da obra, bem como outras informações relevantes, destacando-se a crescente preocupação da empresa com as três vertentes da sustentabilidade (factores sociais, económicos e ambientais).

É importante ressaltar que na fase seguinte de aplicação dos critérios da ferramenta de sustentabilidade BREEAM, tal como proposto neste trabalho, estes serão aplicados e validados somente num dos casos de estudo. Ou seja, no que se refere à validação e quantificação dos critérios de sustentabilidade seleccionados, no que concerne à análise custo benefício, bem como à análise final, terá apenas como base o DVB.

Esta escolha devem-se aos seguintes motivos:

- A análise do DVT iniciou-se durante a fase de construção: Quando se iniciou a análise do DVT e da possível aplicação de novas medidas sustentáveis (definidas pela ferramenta BREEAM), o DVT já se encontrava em fase de construção, ou seja, a maioria das decisões já haviam sido tomadas e muitos dos materiais já haviam sido adjudicados contratualmente, não sendo, por isso, possíveis alterações.

Já no caso do DVB, a análise iniciou-se em fase de projecto, ainda foi possível acompanhar as reuniões de projecto com todas as especialidades envolvidas, bem como inserir medidas sustentáveis, sem que isto implicasse investimentos substanciais. Ou seja, aumentaram consideravelmente as oportunidades para a aplicação de soluções analisadas durante a investigação, daí resultando uma forte sinergia e uma complementaridade essencial à dinâmica deste trabalho.

- Dificuldades na obtenção de informações: Além da complexidade do projecto DVT associada, em grande parte, à sua dimensão, a recolha de informações, conforme prevista na calendarização da investigação, coincidiu com a fase de construção, quando se

verificava uma forte pressão para a concretização dos prazos da referida fase da obra dificultando assim a identificação e a recolha de informação para o desenvolvimento da tese. No entanto, em relação ao DVB, observaram-se algumas outras dificuldades. Pelo facto da recolha se realizar durante as fases de projecto e início da obra, verificou-se que muitas informações ainda não estavam devidamente documentadas e quantificadas nos mapas de medição.

- Semelhanças com os edifícios de referência: o DVB, comparativamente com o DVT, tem características mais semelhantes aos edifícios de referência existentes (apesar da sua dimensão ser intermédia entre os centros comerciais de referência e o DVT).

## 6.6 Descrição dos casos de estudo escolhidos

A seguir será realizado uma breve descrição das principais características dos casos de estudo, onde se destacam as seguintes informações:

- Informações gerais dos casos de estudo;
- Características construtivas;
- Características das instalações;
- Medidas ambientais previstas em projecto.

### 6.6.1 Informações gerais dos casos de estudo.

**DVT** – Dolce Vita Tejo. Este CC é considerado o maior Centro Comercial de Portugal e um dos maiores da Europa. Iniciou a sua fase de construção no ano 2006, tendo sido concluído em Maio de 2009. O DVT localiza-se na Amadora (próximo da Urbanização do Casal da Mira), nos arredores de Lisboa (ver figura 6.18 e 6.19).

Este centro comercial é certificado pela Norma ISO14001 desde a fase de construção, destacando-se pela sua dimensão e complexidade. Resultante das suas necessidades energéticas, verificou-se, no referido empreendimento, a experimentação de novas soluções de energia solares passivas e activas que, mais à frente, poderão ser identificadas, bem como a aplicação de materiais inovadores



nunca antes utilizados em Portugal (um desses exemplos é a cobertura em ETFE<sup>18</sup> (*Etileno Tetrafluoroetileno*)).

No âmbito social, o DVT introduziu factores diferenciais e preponderantes no que se refere à integração social, o que se revelou uma característica muito relevante em todo o empreendimento. Inserido numa região marginal de Lisboa, o DVT tentou criar sinergias e aproximar realidades distintas. Neste sentido, além da sua localização estratégica, desde a sua fase de construção, realizaram-se importantes trabalhos junto de instituições públicas e não-governamentais da comunidade local, tais como: Feira de emprego, formação Profissional para mais de 1230 pessoas, criação de Centro de Dia, criação da Orquestra “Dolce Vita” com aproximadamente 250 crianças do Bairro Casal da Mira (Chamartín Imobiliária, 2008).

Quanto à sua organização, o DVT distribui-se em cinco pisos subterrâneos onde estão disponíveis 9.000 vagas de estacionamento (entre o piso -4 ao -1) bem como as zonas técnicas (no piso -5). Nos pisos superiores (piso 0 e 1), distribuídos em dois lotes diferentes (Lote 2 e 3), encontram-se os espaços destinados às lojas. No piso 0, localiza-se o hipermercado e as lojas, enquanto no piso 1 se encontra a área de restauração, cinemas, ginásio, lojas e o Kidzania - parque temático internacional, direccionado para crianças.



Figura 6.18- Imagens do DVT em fase de projecto.



Figura 6.19- Fotos do DVT em fase de obra (Fonte: Chamartin Imobiliária, 2007)

---

<sup>18</sup> ETFE (Etileno tetrafluoroetilino) - é um fluorpolímero desenvolvido com propósito de missões da NASA, possui características de resistência à variações de temperatura, aos raios ultravioletas e a corrosão. Comparado com a habitual cobertura envidraçada, o ETFE corresponde a 1% do peso do vidro, transmite mais luz e acaba por ser uma solução mais económica. Quanto ao seu coeficiente de transmissão térmica (2,6 W/m<sup>2</sup>K), este define-se inferior ao do vidro duplo (2,9W/m<sup>2</sup>K) (Chamartin Imobiliária, 2007).

**DVB** – Dolce Vita Braga. Este CC encontra-se a norte de Braga e a 2 km do Centro da Cidade. Esta obra iniciou-se em Abril de 2008 e a sua inauguração está prevista para Outubro de 2011.

Uma das características importantes deste empreendimento prende-se com a constante preocupação com a biodiversidade local e respectiva implantação em áreas não sensíveis.

Apesar de não estar inserido numa zona de “*brownfield*” (terrenos abandonados e contaminados), ou seja, áreas privilegiadas de acordo com os critérios definidos em diferentes ferramentas de avaliação da sustentabilidade, houve uma preocupação crescente em minimizar o seu impacto local, quer pelo devido cumprimento de exigências legais, quer pelo compromisso assumido no âmbito do projecto “*Business & Biodiversity (B&B<sup>19</sup>)*”.

No que se refere aos cumprimentos legais, desde a fase de prospecção e estudo prévio, foi realizado um rigoroso estudo de impacto ambiental, obtendo-se assim uma Declaração de Impacto Ambiental (DIA) favorável.

Para comprovar que, durante a fase de projecto, todos os objectivos estabelecidos na DIA foram devidamente cumpridos, foi apresentado o RECAPE (Relatório de Conformidade Ambiental do Projecto de Execução), onde se evidenciam todos os procedimentos a ter em consideração durante as fases de construção e gestão.

Outra característica importante é a sua cobertura verde em parte do edifício que será instalada durante uma segunda fase de expansão. Esta solução contribuirá para a redução das áreas impermeáveis do empreendimento, sendo essa uma característica invulgar em centros comerciais em Portugal.

O Centro Comercial em causa consiste num empreendimento que ocupa um terreno de aproximadamente 160.000 m<sup>2</sup> e constituído por 7 pisos. Destes, os pisos enterrados (-1 e -2) e piso 0+ (piso de meia altura entre o piso 0 e 1) são totalmente disponibilizados para a área de estacionamento, bem como parte do piso 0, somando assim um total de 2750 vagas (ver figura 6.20 e 6.21).

No piso 0, além da área de estacionamento anteriormente referida, encontram-se também o hipermercado e pequenas lojas. No piso 1 e 2, concentram-se as zonas comerciais e o piso 3 integra um espaço de lazer (restauração, cinemas e *health club*), o escritório da administração do CC, bem como um espaço aberto (deck e cobertura ajardinada).

---

<sup>19</sup> Business and Biodiversity (B&B)- Define-se como uma iniciativa e o compromisso assumido por empresas europeias para minimizar a perda de biodiversidade.



Figura 6.20 – Imagem em 3D do DVB.



Figura 6.21 – Planta de corte longitudinal do DVB.

Através da análise da tabela 6.12 poderá observar-se a subdivisão das áreas nos dois Centros comerciais, com base nas diferentes repartições comuns num Centro Comercial.

Tabela 6.12 – Definição das áreas por funcionalidade, nos dois casos de estudo.

Principais áreas	DVT		DVB	
	Área	%	Área	%
ABL (área bruta locável)	104.500	25,3%	61.441	38,8%
Mall	22.000	5,3%	15.119	9,5%
Cais de carga e descarga	683	0,2%	3.204	2,0%
Corredores técnicos	11.673	2,8%	10.253	6,5%
Wcs	1.320	0,3%	940	0,6%
Administração	336	0,1%	337	0,2%
Estacionamento	272.526	66,0%	67.167	42,4%
Total das áreas analisadas	413.038	100%	158.461	100%

Com base nas figuras 6.22 e 6.23, foi possível observar que a maior parte do espaço do centro comercial DVT foi destinada ao parque de estacionamento (66% do total), o mesmo acontecendo no DVB (com 42,4 % do total). Este facto implica um elevado consumo com sistemas de ventilação e iluminação. Neste sentido, ressalva-se que foram previstas medidas para promover o aumento da eficiência nestes locais, tais como variadores de velocidade dos ventiladores, efectuou-se um estudo rigoroso para distribuição adequada da iluminação, bem como a escolha de sistemas de

iluminação mais eficientes em áreas comuns e nos espaços destinados aos lojistas, sempre que possível, limitando a potência a ser instalada.

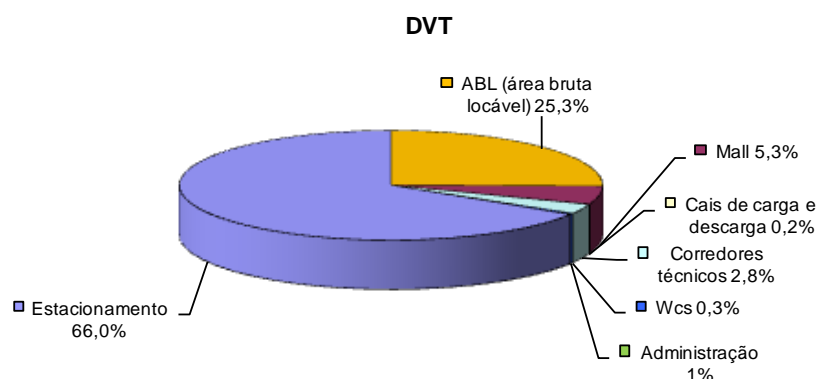


Figura 6.22 – Áreas por funcionalidade do DVT.

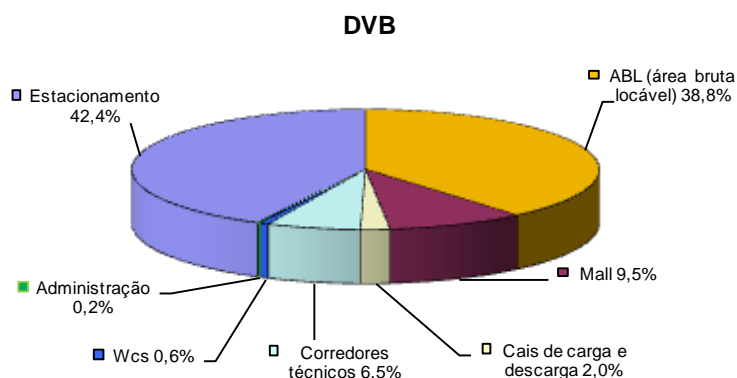


Figura 6.23 – Áreas por funcionalidade do DVB.

### 6.6.2 Características construtivas.

Os dois centros comerciais apresentam soluções construtivas bastante semelhantes que, de seguida, na tabela 6.13, são evidenciadas através dos principais materiais construtivos.

Tabela 6.13 – Principais características construtivas nos dois casos de estudo.

Materiais na essência mais evidenciados	DVT	DVB
Estrutura:	- Betão armado betonado em situ	- Estrutura Geral : Betão armado betonado em situ  - Estrutura na cobertura do piso 3 (praça de alimentação): Estrutura de madeira

Tabela 6.13 (cont.) – Principais características construtivas nos dois casos de estudo.

Materiais na essência mais evidenciados	DVT	DVB
Revestimento exterior	<p><b>Em contacto com zonas climatizadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- blocos de betão térmicos+ caixa-de-ar + painéis de betão agrafados).</li> <li>- Parede dupla de painel sandwich(última fiada entre paredes e cobertura ETFE)</li> </ul> <p><b>Em contacto com zonas não climatizadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- blocos de betão+ caixa-de-ar + painéis de betão agrafados).</li> </ul>	<p><b>Em contacto com zonas climatizadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bloco de Betão + isolamento +caixa de ar+ painéis de betão</li> <li>- Bloco de betão+caixa de ar+isolamento+vidro opaco/cor</li> </ul> <p><b>Em contacto com zonas não climatizadas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bloco de Betão + painéis de betão</li> <li>- vidro opaco</li> </ul>
Divisórias entre lojas:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uma <b>fiada de bloco de betão</b> (0,80m/ ou 1.20m)+parede divisória(gesso cartonado) até a laje e isolamento acústico no interior (lã de rocha)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uma <b>fiada de bloco de Betão</b> (0,50m) e parede divisória(<b>gesso cartonado</b>) até a laje e isolamento acústico no interior (<b>lã de rocha</b>)</li> </ul>
Divisórias entre corredores técnicos:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Blocos de Betão</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bloco de Betão + caixa de ar+ placa de gesso cartonado</li> </ul>
Cobertura:	<p><b>-Cobertura em geral:</b>Betão armado + betão de inertes+isolamento+camada de enchimento+telas de impermeabilização.</p> <p><b>- Cobertura sobre pontes:</b> painéis sandwich.</p>	<p><b>- Cobertura sobre a restauração::</b> chapametálica+isolamento+impermeabilização.</p> <p><b>- Cobertura deck:</b> Betão armado+isolamento+ LECA+ impermeabilização+lajetas filtrantes</p>
Pavimento	<p><b>- Pavimento geral:</b> Betão armado+ betão de inertes+camada de enchimento+microbetão+terrazzo</p> <p><b>- Pavimentos entre os estacionamentos:</b>betão afagado+endurecedor de superfície.</p>	<p><b>- Pavimento geral:</b> Betão armado + betão de inertes+ camada de enchimento com microbetão+terrazzo</p> <p><b>- Pavimento sobre os estacionamentos:</b> betão armado+betão de inertes +isolamento+camada de enchimento+ microbetão+ terrazzo</p> <p><b>- Pavimento entre os estacionamentos:</b> Betão afagado+ endurecedor de superfície.</p>
Revestimento do pavimento (mall):	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terrazzo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Terrazzo</li> </ul>
Tecto do Mall	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tectos falso de gesso cartonado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tectos falso de gesso cartonado</li> </ul>
Vãos envidraçados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Almofadas horizontais e verticais em ETFE (Etileno tetrafluoretileno).</li> <li>- Envidraçados verticais no <b>food court:</b> <b>caixilharia de alumínio (c/ corte térmico) vidro duplo + ETFE</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Claraboias Maiores:</b> Caixilharia de alumínio c/ ruptura + vidro duplo + lâminas tipo Brisol</li> <li>- <b>Clarabóias menores:</b> Caixilharia de alumínio c/ruptura+vidro duplo.</li> <li>- <b>Fachada de vidro:</b>caixilharia de alumínio+ vidro temperado com serigrafia</li> </ul>

### 6.6.3 Características das instalações

Na tabela 6.14, listam-se os principais equipamentos que foram instalados e previstos no DVT e DVB, respectivamente.

Tabela 6.14 - Relação dos principais equipamentos instalados e previstos nos dois casos de estudos.

Principais equipamentos utilizados	DVT	DVB
Climatização	- UTAs (Unidade de tratamento de ar)	- UTAs (Unidade de tratamento de ar).
	- Arrefecimento: Chillers, Cogeração, Chillers de absorção e Torres de Arrefecimento.	- Arrefecimento: Chillers.
Iluminação	- Estacionamento: Sistemas de ventilação e desenfumagem.	- Estacionamento: Sistemas de ventilação e desenfumagem.
	- Aquecimento: Não possui	- Aquecimento: Não possui
Transporte vertical	- Areas Comuns: Iodetos Metálicos + fluorescentes tubulares com balastros. (Excepto: Iluminação decorativa)	- Areas Comuns: Iodetos Metálicos + fluorescentes tubulares com balastros. (excepto iluminação decorativa)
	- Estacionamento: fluorescentes tubulares com balastros.	- Estacionamento: fluorescentes tubulares com balastros.
Outros	- 13 Montacargas, - 10 elevadores, - 24 tapetes com regulador de velocidade, - 38 escadas rolantes com regulador de velocidade	- 10 Montacargas, - 4 elevadores, - 12 tapetes com regulador de velocidade, - 12 escadas rolantes com regulador de velocidade
	- Bombas de água da rede ( c/ variadores de velocidade) - Bombas das águas residuais, - Bombas da rega, - Transformadores de Potência, - Transformadores de isolamento, - Bombas de água da rede de incêndio.	- Bombas de água da rede ( c/ variadores de velocidade) - Bombas das águas residuais, - Bombas de água da rede de incêndio.

OBS: Grande parte dos sistemas são controlados pela GTC (Gestão Técnica Centralizada).

### 6.6.4 Medidas ambientais previstas em projecto.

No que concerne às preocupações ambientais, os dois casos de estudo procuraram promover boas práticas que foram incorporadas de forma estruturada desde as fases iniciais dos empreendimentos. Nas tabelas a seguir apresentadas (tabelas 6.15 e 6.16) , resumem-se essas acções, que poderão ser identificadas através das diferentes categorias de sustentabilidade.



Tabela 6.15 – Medidas ambientais e de eficiência implementadas no DVT.

Exemplo de Medidas ambientais e de eficiência implementadas no DVT		Resultados pretendidos
Medidas de Gestão	<p>&gt; No "Manual do Operador" (onde são definidas acções de segurança e funcionamento do Centro Comercial para os lojistas), estão a ser adaptadas ao novo cenário Mundial, através da <b>inclusão de medidas ambientais e de redução de carbono implementadas no DVT</b>, informações sobre transportes públicos disponíveis no local.</p> <p>&gt; Durante a fase de construção realizou-se mensalmente a monitorização da energia e das emissões, consumo da água, controlo da qualidade da água e do ar, resíduos e definição de metas.</p>	Disseminar entre os diferentes stakeholders da empresa as práticas sustentáveis.
Gestão de energia	<p>- <b>Aproveitamento da iluminação natural</b>, através da implantação de 35.000m<sup>2</sup> de cobertura de ETFE, conjugadas com sistemas eficientes de iluminação artificial.</p> <p>- Escolha de materiais apropriados, isolamento e sombreamento adequado de áreas translúcidas, fundamentadas através de estudos exaustivos e simulações energéticas.</p> <p>- <b>Utilização de sistemas eficientes</b> como: pisos radiantes (pisos arrefecidos), Cogeração (produção de energia térmica e eléctrica), sistemas de produção centralizada, e outras.</p> <p>- Um <b>Sistema Integrado de Gestão da Manutenção</b>, vector fundamental da Eficiência Energética e da Qualidade do Ar, que permite assegurar a optimização do desempenho e a redução dos consumos;</p> <p>&gt; Sistemas de Recuperação de Energia entre o Ar Novo e o Ar de Exaustão;</p> <p>&gt; Sistema de <b>Gestão Técnica Centralizada</b>, permitindo optimizar o funcionamento dos diversos sistemas e monitorizar o seu desempenho e o consumo associado;</p> <p>&gt; Controlo de <b>iluminação exterior por células fotoeléctricas</b> e / ou relógios comando;</p> <p>- <b>Monitorização da Emissão de CO<sub>2</sub> equivalentes</b>, durante a fase de obra, bem como o cálculo das emissões de CO<sub>2eq</sub> previstas durante a fase de operação. O objectivo é avaliar a quantidade de CO<sub>2eq</sub> afim de estudar alternativas de compensação que, no momento, se encontram em análise.</p> <p>&gt; Instalação de <b>tapetes e escadas rolantes com paragem ou redução de velocidade</b> na ausência de utilização;</p>	Reduzir o consumo energético e as emissões de CO <sub>2eq</sub> , bem como dos custos associados.
Qualidade do ambiente interior.	<p>&gt; Utilização de sistemas de <b>Ventilação e Bombagem de Caudal Variável</b>, adaptando os consumos às necessidades mínimas reais em cada momento;</p> <p>&gt; Sistemas de maximização de Ar Novo, obtendo vantagens do <b>"free-cooling"</b> em todas as unidades de tratamento do Ar.</p>	Promover maior conforto e bem-estar aos visitantes e operadores.
Gestão da água	<p>&gt; <b>Torneiras temporizadas</b> ou com células para garantir o mais reduzido consumo possível. Adopção de sistema de <b>torneiras/chuveiro com sistemas de venturi</b> para introdução de ar no caudal de água, assim providenciando um significativo potencial de poupança;</p> <p>&gt; <b>Medição de caudais individualizada loja a loja</b>, com totalizadores e contadores parciais, com monitorização informática para melhor funcionamento e detecção de avarias;</p> <p>&gt; <b>Aproveitamento de águas freáticas</b> para rega e torres de arrefecimento;</p> <p>&gt; Opção de arranjos exteriores com <b>espécies vegetais com necessidades de rega reduzida</b>;</p>	Reduzir o consumo de água potável e das águas residuais, bem como os custos associados.
Gestão dos materiais	<p>&gt; A escolha dos materiais teve em consideração factores como: <b>durabilidade, energia incorporada</b> (energia consumida desde o seu processo de extracção até à sua aplicação), potencial de reciclagem e reutilização.</p> <p>&gt; A maioria dos materiais de <b>acabamento serão fixados e pregados</b>, no intuito de facilitar as substituições necessárias, bem como a sua futura demolição e reutilização.</p> <p>&gt; Utilização de materiais com <b>tamanhos standardizados</b> afim de evitar desperdícios.</p>	Reduzir a utilização de recursos naturais e a energia incorporada.

Tabela 6.15 (cont.) – Medidas ambientais e de eficiência implementadas no DVT.

Gestão dos resíduos	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Separação de resíduos durante a fase de construção, assegurando que uma grande percentagem seja reencaminhada para a reciclagem.</li> <li>&gt; Separação de resíduos de operadores para adequado reencaminhamento para a reciclagem e valorização orgânica.</li> </ul>	Reduzir a produção de resíduos e promover o seu adequado destino.
Biodiversidade e Uso do solo	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; <b>Avaliação dos valores ecológicos</b> (fauna, flora e habitats) existentes na área de implantação do DVT, assim como nas zonas verdes mais próximas, até um raio de 10 Km, no intuito de compreender qual a mais adequada intervenção paisagística.</li> <li>&gt; <b>Ações de formação em Gestão de Biodiversidade e Valores Ecológicos</b> aplicada à Construção Sustentável, para os diferentes intervenientes do empreendimento.</li> <li>&gt; Desenvolvimento do <b>Projecto " Orquídeas da Amadora "</b>, refere-se a um Protocolo realizado entre o Dolce Vita Tejo, Ambiodiv - Valor Natural Lda (empresa de consultadoria especializada em Gestão de Biodiversidade, Avaliação de Ecossistema e Conservação da Natureza) e Biofig-Centro de Biodiversidade, Genómica Integrativa e Funcional (R&amp;D), no intuito de desenvolver um projecto onde se propõe a conservação e a reprodução de espécies de flora rara, endémica e ameaçada da zona envolvente do DVT. As plantas resultantes deste projecto serão introduzidas nos projectos de restauro ecológico.</li> <li>&gt; Escolha de materiais e cores aplicados no exterior, resultando na procura do melhor <b>enquadramento com o ambiente envolvente</b>, de forma a não causar impactos visuais negativos.</li> </ul>	Sempre que possível, definir uma relação harmoniosa entre o meio ambiente e a envolvente construída.
Transporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Forte componente de <b>transportes públicos</b> ao nível da Alameda, constituindo um verdadeiro hub com autocarros, táxis, metro de superfície e parques de estacionamento grátis para viaturas ligeiras;</li> <li>&gt; Estacionamentos com provisão de espaço reservado para carros eléctricos.</li> </ul>	Promover sinergias e dinâmicas, de forma a fomentar uma integração urbana com sucesso.
Polição e Qualidade do Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Os sistemas de climatização estão providos com sistemas de detecção de fugas de gás refrigerante.</li> <li>&gt; Previsão e estudos de redução de impacto acústico na envolvente.</li> </ul>	Minimizar, sempre que possível, as emissões associadas às actividades que possam reduzir a qualidade ambiental envolvente.
Integração e Bem-estar social	<ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Desenvolvimento de <b>diferentes iniciativas públicas no intuito de fomentar o dinamismo e sinergia local</b>. Actividades concluídas ou em curso:</li> <li>&gt; <b>Projecto Quick</b> - criação de 21 empresas empreendedoras em Protocolo com o ISCTE e o Conselho da Amadora.</li> <li>&gt; Realização da Feira de Emprego e a realização de <b>cursos de formação para aproximadamente 1500 pessoas</b> em Protocolo com o Instituto do Emprego e Formação Profissional (IEFP).</li> <li>&gt; Co-financiamento, juntamente com a CMAmadora e a Santa Casa de Misericórdia, para a <b>criação de um Centro para Idosos</b> do Bairro Casal da Mira.</li> <li>&gt; Parceria com a escola de Música do Conservatório Nacional e Associação Unidos de Cabo Verde para a constituição da <b>Orquestra Geração Dolce Vita</b>, constituída por 97 crianças do 1º Ciclo do Bairro Casal da Mira.</li> </ul>	Promover sinergias e dinâmicas, de forma a fomentar uma integração urbana com sucesso.



Tabela 6.16 – Medidas ambientais e de eficiência implementadas no DVB.

Exemplos de medidas ambientais e de eficiência implementadas no DVB		Resultados pretendidos
Medidas de Gestão	<p>&gt; No "Manual do Operador" (onde são definidas acções de segurança e funcionamento do Centro Comercial para os lojistas), estão a ser adaptados ao novo cenário Mundial, através da <b>inclusão de medidas ambientais e de redução de carbono implementadas no DVB</b>, informações sobre transportes públicos, divulgação de sites no âmbito da eficiência energética e outros temas de sustentabilidade.</p> <p>&gt; Durante a fase de construção estão a ser realizadas mensalmente a <b>monitorização da energia e emissões, consumo da água, controlo da qualidade da água e do ar, resíduos e definição de metas</b>. Entre outras medidas, sempre em conformidade com a DIA (Declaração de Impacte Ambiental) e através da Ferramenta Voluntária BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method).</p> <p>&gt; <b>Reestruturação dos contratos realizados com diferentes fornecedores e empreiteiros, no intuito de contemplar medidas sustentáveis</b> que irão reflectir-se directamente na maior responsabilidade ambiental, bem como em relação aos recursos humanos e, indirectamente, na escolha adequada de equipamentos e materiais ecologicamente correctos.</p>	Disseminar entre os diferentes stakeholders da empresa, as práticas sustentáveis.
Gestão de energia	<p>&gt; Utilização de <b>contadores individualizados loja a loja, por piso e por diferentes consumos</b> (iluminação, arrefecimento, transportes verticais e equipamentos). Esta medida facilitará a monitorização e futuras alternativas para aumentar a sua eficiência, bem como de futuros Centros Comerciais.</p> <p>&gt; Através de inúmeras simulações realizadas, <b>foram testadas situações ideais para a temperatura, ventilação, iluminação e análise do conforto</b>. Tais medidas resultaram na escolha adequada de isolamentos, utilização de ante-câmaras para reduzir perdas térmicas, adequada orientação e abertura das clarabóias, entre outras medidas.</p> <p>&gt; Um <b>Sistema Integrado de Gestão da Manutenção</b>, vector fundamental da Eficiência Energética e da Qualidade do Ar, que permite assegurar a optimização do desempenho e a redução dos consumos;</p> <p>&gt; A utilização de <b>elevadores mais eficientes</b>, que possuem duas características fundamentais, sendo estas :</p> <p>1- <b>Configuração inovadora</b> , permitindo a utilização de espaços reduzidos, redução do consumo de matérias-primas e não necessitando de óleos lubrificantes poluentes durante a manutenção.</p> <p>2- <b>Sistema regenerativo</b>, permite que parte da energia dissipada durante a utilização seja reaproveitada no edifício, resultando assim numa economia de aproximadamente 75%, quando comparado com um sistema convencional.</p> <p>&gt; Sistema de <b>Gestão Técnica Centralizada</b>, permitindo optimizar o funcionamento dos diversos sistemas, monitorizar o seu desempenho e o consumo associado;</p> <p>&gt; Controlo de <b>iluminação exterior por células fotoelétricas e / ou relógios comando</b>;</p> <p>&gt; Instalação de <b>tapetes e escadas rolantes com paragem ou redução de velocidade</b> na ausência de utilização;</p>	Reduzir o consumo energético e as emissões de CO <sub>2eq</sub> , bem como dos custos associados.
Qualidade do ambiente interior.	<p>&gt; Utilização de sistemas de <b>Ventilação e Bombagem de Caudal Variável</b>, adaptando os consumos às necessidades mínimas reais em cada momento;</p> <p>&gt; <b>Aproveitamento da iluminação natural</b>, através da implantação de clarabóias com sobreamentos devidamente simulados para promover maior conforto aos ocupantes.</p> <p>&gt; Escolha de <b>materiais de acabamento com reduzido Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)</b>, de forma a proporcionar elevado nível de protecção da saúde e do ambiente. É importante ressaltar que todas as tintas propostas já cumprem a 2ª fase da Lei 181/2006 (Transpõe a Directiva 2004/42/CE), e que entrará em vigor em 2010.</p> <p>&gt; Para <b>promover a adequada qualidade do ar</b>, durante a fase de gestão, foram realizadas medidas estratégicas para evitar a entrada de fontes poluentes em áreas internas ocupadas. Entre as medidas implementadas, inclui-se um estudo pormenorizado sobre a Qualidade do Ar, realizado pela Universidade de Aveiro.</p>	Promover maior conforto e bem-estar aos visitantes e operadores.

Tabela 6.16 (cont.) – Medidas ambientais e de eficiência implementadas no DVB.

Gestão da água	> Utilização de <b>sanitas com autoclismo com dupla descarga, lavatórios com detector de presença e urinóis sem água</b> . Estratégias para menor consumo durante a gestão.	Reduzir o consumo de água potável e das águas residuais, bem como os custos associados.
	> <b>Medição de caudais individualizada loja a loja</b> , com totalizadores e contadores parciais, com monitorização informática para melhor funcionamento e detecção de avarias.	
	> <b>Aproveitamento de águas freáticas e pluviais</b> para rega, urinóis e sanitas.	
	> Todos os <b>blocos de Wc serão providos com sistema de corte de água</b> em caso de ausência de pessoas. Esta acção reduz eventuais perdas de água em equipamentos (em caso de avaria).	
	> Opção de <b>arranjos exteriores com espécies vegetais com necessidades de rega reduzida</b> , além da utilização de <b>sistemas de rega eficiente acoplado a um sensor de humidade atmosférico</b> (para evitar regas desnecessárias, em dias de chuva ou de elevada humidade)	
Gestão dos materiais	> A escolha dos materiais teve em consideração factores como: durabilidade, energia incorporada (energia consumida desde o seu processo de extracção até a sua aplicação), potencial de reciclagem e reutilização.	Reduzir a utilização de recursos naturais e a energia incorporada.
	> A maioria dos materiais de acabamento serão fixados e pregados, no intuito de facilitar as substituições necessárias, bem como a sua futura demolição e reutilização.	
	> Utilização de materiais com tamanhos standardizados afim de evitar desperdícios.	
	> Foram seleccionados <b>materiais de isolamento com reduzida energia incorporada</b> , e com reduzido impacto ambiental conforme especificação do "Green Guide to Specification" - Guia britânico para a escolha de materiais ecologicamente correctos.	
Gestão dos resíduos	> Separação de resíduos durante a fase de construção, em que uma <b>grande percentagem será reencaminhada para a reciclagem</b> .	Reduzir a produção de resíduos e promover o seu adequado destino.
	> Definição de locais estratégicos para <b>separação de resíduos</b> dos operadores, durante a gestão.	
	> Estão a ser realizados os devidos procedimentos para a futura <b>compostagem dos resíduos orgânicos</b> , através de adequada separação dos resíduos indiferenciados.	
Biodiversidade e Uso do solo	> Os procedimentos, durante a fase de construção, foram acompanhados e controlados por biólogos e engenheiros ambientais, de forma a <b>minimizar impactes e garantir a preservação</b> do ambiente.	Sempre que possível, definir uma relação harmoniosa entre o meio ambiente e a envolvente construída.
	> Ao nível da recuperação do habitat local, foi realizado um estudo sobre a biodiversidade local e de espécies sensíveis, bem como a possibilidade de introduzir novas espécies. Em resposta, está prevista a <b>introdução de 85 novas espécies</b> .	
	> Foi definido um <b>Plano de Gestão de Sistemas Ecológicos e Biodiversidade</b> da área de intervenção do DVB	
Transporte	> Estão a ser previstos locais para <b>parqueamento de bicicletas</b> , e cuidados adicionais para segurança e bem-estar do seus condutores.	Promover sinergias e dinâmicas, de forma a fomentar uma integração urbana com sucesso.
	> Caminhos de pedestres e ciclistas foram previstos de acordo com as melhores práticas de segurança e sinalização. Os visitantes também poderão contar com um espaço com informações relativo aos transportes públicos em hora real.	
Poluição e Qualidade do Ambiente	> Utilização de gases refrigerantes ecológicos nos sistemas de climatização.	Minimizar, sempre que possível, as emissões associadas às actividades que possam reduzir a qualidade ambiental envolvente.
	> Previsão e estudos de redução do impacto acústico na envolvente.	

Este capítulo apresentou as particularidades associadas à tipologia de centros comerciais, bem como os principais consumos, equipamentos e produtos utilizados. As informações obtidas referem-se aos activos da empresa Chamartin Imobiliária e co-financiadora deste trabalho de investigação.

O desenvolvimento desta etapa de trabalho, proporcionou a aquisição de grande experiência no processo de recolha, diagnóstico e na definição de soluções de eficiência. Através dos procedimentos realizados, quer no tratamento de dados nos edifícios de referência, quer nos casos de estudo, foi possível identificar impactes e propor medidas de melhorias significativas. A aplicação de medidas de melhoria provocou reduções significativas nos consumos de energia (redução de 41,4% por convidado), água (redução de 42,5% por convidado) e resíduos (taxa de reciclagem de 54,1%), tendo por base os casos de referência entre os anos de 2006 e 2009, conforme se pode verificar nos Relatórios de Sustentabilidade da Empresa - disponíveis em <http://www.chamartinimobiliaria.com/sustentabilidade/>.

Ressalva-se também, que uma grande parte das medidas implementadas nos casos de estudos, conforme verificado nas tabelas 6.15 e 6.16, foi identificado e introduzido durante esta mesma etapa do trabalho.

## **CAPÍTULO 7- QUANTIFICAÇÃO DOS PRESSUPOSTOS**

### **7.1 Levantamento da actual classificação dos casos de referência e do caso de estudo.**

Reconhecer a prática, bem como os investimentos iniciais associados a um empreendimento convencional, é o passo inicial para poder avaliar e quantificar a análise custo-benefício das medidas sustentáveis que possam ser aplicadas a um empreendimento.

Neste enquadramento, e após a análise dos edifícios de referência e do caso de estudo apresentados no capítulo anterior, realizou-se uma pré-avaliação de sustentabilidade disponibilizada pela ferramenta em análise (BREEAM) ver no anexo I. Assim pretendia-se verificar a classificação

(grau de sustentabilidade) do edifício de referência (cenário 1) e do caso de estudo (proposta inicial) (cenário 2) sem quaisquer intervenções de melhoria. Conforme demonstrado no capítulo 4, o resultado foi uma pontuação de 34,46% para os edifícios de referência (média dos três CC analisados), o que, de acordo com os critérios do método, corresponde a uma classificação de "PASS", e 50,38% para o caso de estudo (classificação "PASS", apesar de possuir potencial para ser um "GOOD"). Ou seja, apesar de ter pontuação suficiente para obter uma classificação GOOD, a proposta inicial não cumpre com um dos critérios obrigatórios para alcançar a referida classificação. Importa assim ressaltar que para o aumento da classificação bastaria o cumprimento do critério Wat1. Este critério refere-se à instalação de válvulas de duplo fluxo em 100% das instalações sanitárias do DVB com um investimento residual de aproximadamente € 3.500,00, conforme se poderá verificar no capítulo 10 (ver figura 7.1).

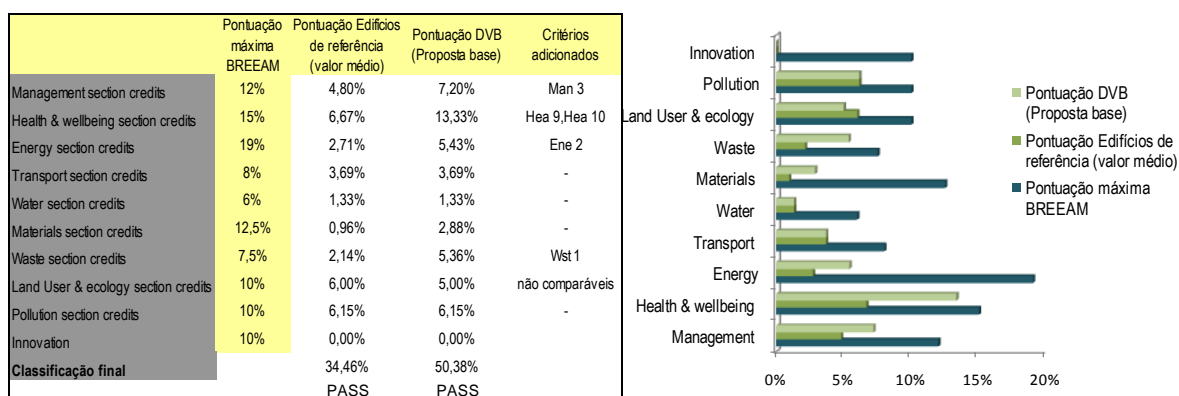


Figura 7.1 - Classificação dos edifícios de referência (valor médio) e Caso de estudo (proposta inicial) obtidos através do BREEAM ("Pre-assessment").

Pode-se afirmar que as medidas adicionais que resultaram no aumento da classificação final no caso do cenário 1 para o cenário 2, devem-se na sua maioria às novas exigências regulamentares existentes em Portugal após o ano de 2006, que não vigoravam durante o licenciamento dos edifícios de Referência. Assim como o cumprimento do critério Man3 (critério que defende a redução do impacto da construção através de uma adequada gestão e monitorização em obra), que se define como uma das actuais práticas da empresa e que foi necessária para a obtenção do Certificado Ambiental (ISO14001) em obra.

Quanto aos critérios BREEAM relacionados com o uso do solo e ecologia (LE) e transporte (Tra), não foram aqui avaliados devido aos seguintes motivos:

- São definidos em fases preliminares do projecto,
- São inalteráveis após a implantação do empreendimento.

Apesar disso, verifica-se que os edifícios de referência (nomeadamente DVC e DVP) possuem uma melhor classificação nestas categorias (LE e Tra), quando comparados com o caso de estudo DVB, pelo facto destes se localizarem em zonas urbanas já desenvolvidas (zonas não sensíveis) e bem servidas com meios de transporte público (exigências essenciais das duas categorias do BREEAM), enquanto o caso de estudo se localiza numa zona periférica com reduzida densidade urbana (apesar dos reduzidos níveis de biodiversidade apresentados nos estudos de impacto ambiental realizados).

Neste sentido, pode afirmar-se que somente metade dos critérios (LE 4 a LE 6) disponíveis na categoria “*Land user and ecology section credit*” (ver anexo I) poderiam ser alcançados no caso de estudo. Os créditos disponíveis nestes critérios referem-se às medidas de minimização que podem ser promovidas, já após a fase de prospecção durante a construção e utilização do empreendimento.

O procedimento seguinte pretende aumentar a classificação do caso de estudo (proposta inicial - cenário 2), apresentando assim dois novos cenários de intervenção (cenários 3 e 4). Salienta-se novamente, que um dos objectivos deste trabalho foi avaliar as implicações económicas e ambientais de critérios de sustentabilidade baseados nestes cenários de intervenção. Ou seja, na primeira intervenção, pretende-se avaliar as implicações em aumentar a classificação “PASS” (DVB-Proposta inicial) para “VERY GOOD” (cenário 3), e numa segunda intervenção promover o aumento da classificação de “PASS” para “EXCELLENT” (cenário 4), conforme a classificação definida pelo BREEAM (ver figura 7.2).

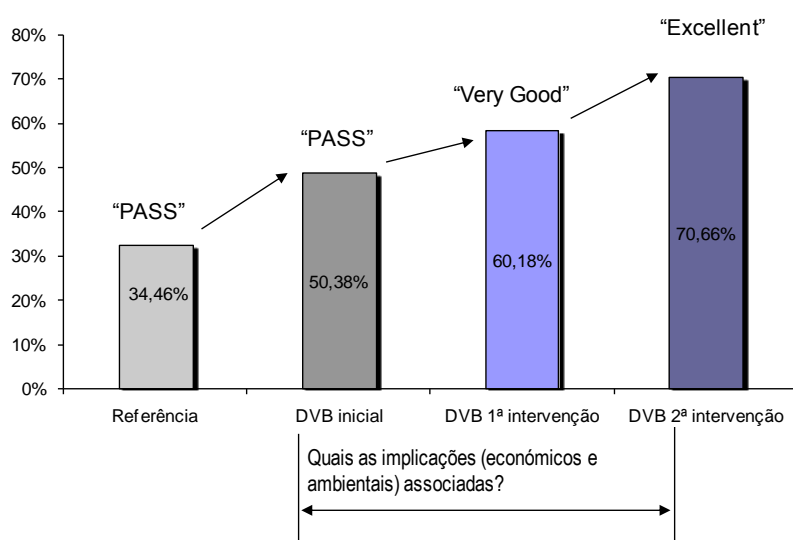


Figura 7.2 - Comparação e análise associada aos diferentes cenários.

## 7.2 Análise e selecção dos critérios de sustentabilidade a serem introduzidos.

O primeiro passo deste trabalho consistiu na identificação de sessenta e um critérios abrangidos (definidos para o caso de estudo) pela Versão Britânica para a tipologia de "Retail" (conforme referido no capítulo 4), através de diferentes grupos de análise pré-estabelecidos dos quais se destacam:

- **Os critérios abrangidos pela legislação Nacional e Europeia (denominado Grupo A) -**

Os critérios abrangidos por este grupo possuem requisitos já contemplados (ou parcialmente contemplados) pela legislação Portuguesa ou pela Directiva Europeia, ou seja, apesar destes critérios estarem originalmente enquadrados na Legislação Britânica, poderiam facilmente ser adaptados a Portugal. Assim, estes critérios, em conjunto com outras medidas consideradas práticas comuns da empresa, não foram considerados para a análise (numa óptica de investimento sustentável) pois o enquadramento legislativo ou as práticas comuns da empresa já os incorporam naturalmente.

Conforme referido, e como poderá observar-se na tabela 7.1, os critérios distinguem-se como critérios regulamentares (R) e como práticas correntes da empresa Chamartín Imobiliária (PE).

Tabela 7.1- Critérios abrangidos pelo Grupo A (com possível adaptação regulamentar local) (Fonte: BRE, 2008) (adaptado)

Grupo A		Enquadramento
<b>Management section credits</b>		
Man1	Commissioning	PE
Man2	Considerate constructors	PE
Man3	Construction Site impacts	PE / R
Man4	Building user guide	PE
<b>Health &amp; wellbeing section credits</b>		
Hea4	High frequency lighting	PE
Hea5	Internal and external lighting level	PE
Hea8	Indoor Air Quality	PE/ R
Hea9	Volatile Organic Compounds	R
Hea10	Thermal confort	R
Hea11	Thermal zoning	
Hea12	Microbial contamination	PE/ R
Hea13	Acoustic performance	
<b>Energy section credits</b>		
Ene1	Reduction of CO2 Emissions	R
Ene2	Sub-metering of substantial Energy uses	R
Ene3	Sub-metering of high energy load and tenancy area	R
Ene6	Building fabric performance & avoidance of air infiltration	R

Tabela 7.1 (cont.) - Critérios abrangidos pelo Grupo A (com possível adaptação regulamentar local) (Fonte: BRE, 2008) (adaptado)

Materials section credits		
Mat7	Designing for robustness	PE
Waste section credits		
Wst1	Construction site waste management	PE / R
Wst2	Recycle aggregates	R
Wst3	Recyclable waste Storage	R
Wst4	Compactor/ baler	PE / R
Pollution section credits		
Pol2	Preventing refrigerant leaks	PE
Pol6	Minimising watercourse pollution	R
Pol8	Noise attenuation	R
Total de critérios: 22		
Legenda		
	Critérios Obrigatórios	
	Critérios não contemplados no caso de estudo devido a inexistência de escritórios >500m <sup>2</sup> e espaços para lavagem de carros	
PE	Prática empresarial ( 7 critérios)	
R	Regulamentar (10 critérios)	
PE / R	Prática empresarial e Regulamentar (5 critérios)	


- **Os Critérios inadaptados à realidade Portuguesa (denominado Grupo B)** - Este grupo não se refere a uma adaptação Regulamentar (já abrangidos pelo Grupo A), mas sim a uma adaptação cultural e construtiva local. Na impossibilidade de efectuar uma análise, em termos de quantificação e valorização, apenas serão propostas, no capítulo 8, potenciais soluções e perspectivas para a sua adaptação à realidade nacional (ver tabela 7.2).

Tabela 7.2- Critérios abrangidos pelo Grupo B (critérios inadaptados à realidade nacional) (Fonte: BRE, 2008) (adaptado)

Grupo B	
Management section credits	
Man8	Security
Energy section credits	
Ene1	Reduction of CO2 Emissions
Transport section credits	
Tra3	Cyclist Facilities
Tra4	Pedestrian and cycle safety
Water section credits	
Wat6	Irrigation system
Materials section credits	
Mat1	Materials Specification - Major building elements
Mat2	Hard landscaping and boundary protection
Mat5	Responsible sourcing of materials
Mat6	Insulation



Tabela 7.2 (cont.) - Critérios abrangidos pelo Grupo B (critérios inadaptados à realidade nacional) (Fonte: BRE, 2008) (adaptado)

Waste section credits	
Wst2	Recycle aggregates
Pollution section credits	
Pol1	Refrigerant GWP- Building services
Pol3	Refrigerant GWP- cold storage
Pol7	Reduction of night time light pollution
Total de critérios: 13	
Legenda	
	Critérios Obrigatórios

- **Os critérios de quantificação e valorização complexa (denominado Grupo C)** - Este são os critérios cujos benefícios directos e indirectos (sociais e ambientais) são evidentes, mas cuja quantificação económica é complexa. Desta forma, os critérios pertencentes a este grupo foram apenas estudados numa óptica de custo de investimento inicial, como contributo específico para alcançar a pontuação do sistema BREEAM, potenciando assim uma forte valorização de mercado do imóvel. No caso dos critérios que foram considerados como práticas comuns na empresa (critérios também contemplados no Grupo A), os respectivos custos não foram contabilizados. Entre estes critérios, incluem-se as medidas relacionadas com a biodiversidade, valores éticos, qualidade do ambiente interior e escolha dos materiais e estão a ser analisados no capítulo 9. (ver tabela 7.3)

Tabela 7.3- Critérios abrangidos pelo Grupo C (quantificação complexa, mas com elevado valor ambiental) (Fonte: BRE, 2008) (adaptado)

Grupo C		Critérios também contemplados em outros grupos	Relacionados com a Fase de prospecção	Critérios contemplados na análise
Management section credits				
Man1	Commissioning	Grupo A - PE		
Man3	Construction Site impacts	Grupo A - PE/ R		
Man4	Building user guide	Grupo A - PE		
Health & wellbeing section credits				
Hea1	Daylighting			
Hea2	View out			
Hea3	Glare control			
Hea5	Internal and external lighting level	Grupo A - PE		
Hea6	Lighting zones & control			
Hea7	Potencial for natural ventilation			
Hea8	Indoor Air Quality	Grupo A - PE/ R		
Hea9	Volatile Organic Compounds	Grupo A - R		
Hea10	Thermal confort	Grupo A - R		
Hea11	Thermal zoning	Grupo A - R		
Hea13	Acoustic performance	Grupo A - R		
Hea14	Office space			x

Tabela 7.3 (cont.) - Critérios abrangidos pelo Grupo C (quantificação complexa, mas com elevado valor ambiental)  
(Fonte: BRE, 2008) (adaptado)

Grupo C	Critérios também contemplados em outros grupos	Relacionados com a Fase de prospecção	Critérios contemplados na análise
<b>Energy section credits</b>			
Ene6 Building fabric performance & avoidance of air infiltration	Grupo A - R		
<b>Transport section credits</b>			
Tra1 Provision of public transport		x	
Tra2 Proximity to amenities		x	
Tra3 Cyclist Facilities			x
Tra4 Pedestrian and cycle safety			x
Tra5 Travel plan			
Tra7 Travel information space			x
Tra8 Deliveries and manoeuvring			
<b>Water section credits</b>			
Wat3 Major leak detection			x
<b>Materials section credits</b>			
Mat1 Materials Specification - Major building elements	Grupo B		
Mat2 Hard landscaping and boundary protection	Grupo B		
Mat5 Responsible sourcing of materials	Grupo B		
Mat6 Insulation			x
<b>Waste section credits</b>			
Wst2 Recycle aggregates	Grupo B		
Wst5 Composting			x
<b>Land User &amp; ecology section credits</b>			
LE1 Reuse of land		x	
LE2 Contaminated land		x	
LE3 Ecological value of site and Protection of ecological features		x	
LE4 Mitigating ecological impacts		x	
LE5 Enhancing site ecology		x	
LE6 Long term impact on biodiversity		x	
<b>Pollution section credits</b>			
Pol4 NOx emissions from heating source		x	
Pol5 Flood risk			
Pol7 Reduction of night time light pollution	Grupo B		
Pol8 Noise attenuation	Grupo A - R		
Total: 34 critérios Critérios contemplados no Grupo A: 11 critérios Critérios a serem analisados: 7			
<b>Legenda</b> <span style="background-color: #f4a460; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Critérios Obrigatórios <span style="background-color: #d3d3d3; border: 1px solid black; display: inline-block; width: 20px; height: 10px; vertical-align: middle;"></span> Critérios não contemplados no caso de estudo pela inexistência de escritórios >500m <sup>2</sup> (requisito obrigatório para análise dos mesmos). Todos estes critérios estão contemplados no critério Hea 14 ( para escritórios com área inferior a 500m <sup>2</sup> )			

- **Os critérios quantificáveis (denominado Grupo D)** - Este grupo representa os critérios cuja viabilidade e performance económica foi estudada através da análise do VAL (Valor Actual Liquidado), da TIR (Taxa Interna de Rentabilidade) e do Payback (Retorno do

Investimento). Por outro lado, os valores também foram identificados e analisados em termos de resultados ambientais (emissões de CO<sub>2eq</sub> e consumos de energia e água), através da respectiva valorização.

Estes critérios, referem-se, na sua maioria, a medidas de gestão de energia e de água, e representaram numa primeira análise as medidas que provavelmente poderiam fornecer benefícios directos ao empreendedor, conforme poderá ser verificado no capítulo 10 (ver na tabela 7.4, os critérios abrangidos por este grupo)

Tabela 7.4- Critérios abrangidos pelo Grupo D (critérios quantificáveis)

Grupo D	Critérios também contemplados em outros grupos	Relacionados com a Fase de prospecção	Critérios contemplados na análise	
Health & wellbeing section credits	Grupo A - PE			
Hea4 High frequency lighting				
Energy section credits				
Ene1 Reduction of CO2 Emissions				x
Ene4 External lighting				
Ene5 Low or zero carbon technologies				x
Ene7 Cold food storage				x
Ene8 Lifts				x
Ene9 Escalators & travelling walkways				
Water section credits				
Wat1 water consumption				x
Wat2 Water meters				
Wat4 Sanitary supply shut off				x
Wat5 water recycling				x
Wat6 Irrigation system				
Materials section credits	x	x		
Mat3 Re-use of building façade				
Mat4 Re-use of building struture				
Total: 14 critérios				
Critérios contemplados no Grupo A: 1 critério				
Critérios a serem analisados: 7				
Legenda				
	Critérios Obrigatórios			

Nos capítulos seguintes serão apresentados os resultados da análise dos critérios abrangidos por cada um dos grupos predefinidos. No entanto, as principais temáticas deste trabalho debruçam-se sobre os critérios quantificáveis (Grupo D) e os de complexa quantificação (Grupo C). Estes permitiram o seguinte binómio-efeito:

- **Obtenção de resultados mensuráveis (benefícios directos) para os envolvidos no projecto** – este é um dos principais aspectos para a tomada de decisão por parte dos promotores e também um dos maiores contributos para a disseminação da prática de critérios de sustentabilidade;

- Comparação e análise das implicações económicas e ambientais em diferentes cenários de intervenção e conforme os diferentes níveis de sustentabilidade propostos para o caso de estudo.

Conforme referido no capítulo 4, os catorze critérios seleccionados e utilizados nos dois cenários de intervenção são pertencentes ao grupo C e D e foram introduzidos em função do seu impacte financeiro e viabilidade técnica, ou seja, sempre que possível, foram gradativamente contemplados em função do custo-benefício associado (ver figura 7.3).

	Pontuação máxima BREEAM	Pontuação DVB (Proposta base) (cenário 2)	1ª Intervenção (cenário 3)	Critérios adicionados	2ª Intervenção (cenário 4)	Critérios adicionados
Management section credits	12%	7,20%	7,20%	-	7,20%	-
Health & wellbeing section credits	15%	13,33%	13,33%	-	13,33%	-
Energy section credits	19%	5,43%	6,11%	Ene 8	14,25%	Ene 1,Ene 5,Ene 7
Transport section credits	8%	3,69%	6,15%	Tra 3,Tra 4,Tra 7	6,15%	-
Water section credits	6%	1,33%	4,00%	Wat 1, Wat 3, Wat 4	5,33%	Wat 5
Materials section credits	12,5%	2,88%	4,81%	Mat 6	4,81%	-
Waste section credits	7,5%	5,36%	6,43%	Wst 5	6,43%	-
Land User & ecology section credits	10%	5,00%	5,00%	-	5,00%	-
Pollution section credits	10%	6,15%	6,15%	-	6,15%	-
Innovation	10%	0,00%	1,00%	Hea14 (+1crédito)	2,00%	Ene 5 (+1 crédito)
<b>Classificação final</b>		50,38%	60,18%		70,66%	
		PASS	VERY GOOD		EXCELLENT	

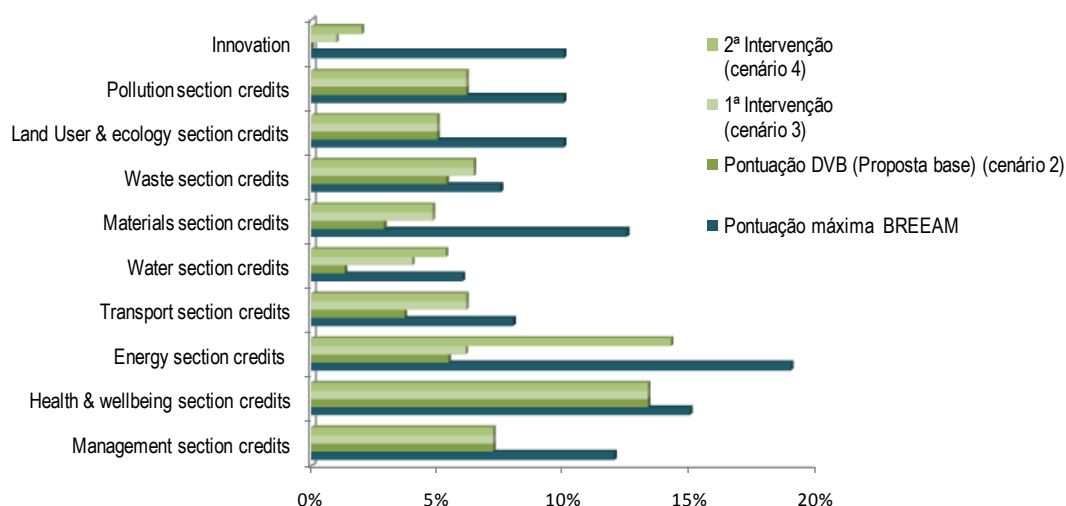


Figura 7.3 - Classificação do Caso de estudo (proposta inicial) e os cenários de intervenção obtidos através da folha de cálculo do BREEAM ("Pre-assessment").

Os resultados obtidos em cada um dos cenários de intervenção propostos, poderão ser analisados com detalhe no capítulo 11.



## **CAPÍTULO 8 – ADAPTAÇÃO DOS CRITÉRIOS À REALIDADE PORTUGUESA**

### **8.1 Introdução**

Uma das principais dificuldades de implementação de uma Ferramenta Voluntária de Sustentabilidade de nível internacional prende-se com a incapacidade de adaptação de alguns dos seus requisitos às realidades específicas regionais ou nacionais, conforme descrito no capítulo 3 (secção 3.1.7).

Presentemente, o maior desafio consiste em encontrar os mecanismos para que a certificação da sustentabilidade seja reconhecida “além fronteiras” de forma mais uniformizada e estruturando-se em standards mínimos. Esta situação é determinante para as empresas internacionais com empreendimentos em diferentes países, bem como para a definição de “*Benchmarking*” e para a definição de “*rankings*” entre empresas que actuam no mesmo sector, como é o caso dos promotores dos Centros Comerciais.

A não existência desses “*standards*” na certificação implicaria a necessidade de os “*players*” internacionais dominarem diferentes modelos nacionais e regionais de certificação (com diferentes metodologias, critérios e factores de relevância), ou simplesmente se depararem com a ausência dos mesmos, em determinados países.

Neste contexto, e tendo em conta que a versão “*BREEAM Europe*” somente ficou disponível ao público no Outono de 2009 (fase posterior à execução da maioria deste trabalho) (conforme descrito no capítulo 4), serão aqui apresentadas algumas propostas de adaptação dos critérios do BREEAM (versão Britânica) de forma a promover a aplicabilidade deste método à realidade Portuguesa.

Assim, espera-se neste capítulo, contribuir para a regularização e adequado enquadramento do BREEAM, como demais ferramentas internacionais, ao contexto português.

## **8.2 Enfoque nos critérios que já estão abrangidos pela legislação local (Grupo A).**

Um dos primeiros procedimentos realizados neste trabalho consistiu na identificação dos critérios BREEAM que possuíam semelhanças e que facilmente se adaptariam à legislação Nacional e/ ou Europeia. Assim, os investimentos necessários para a implementação destes critérios seriam justificados pela obrigatoriedade dos mesmos.

Desta forma, apresenta-se, na tabela 8.1, o paralelismo resultante dos critérios do BREEAM e do seu enquadramento com a Regulamentação em vigor em Portugal. Assim, torna-se importante ressaltar duas intervenções realizadas durante a análise deste grupo de critérios:

- Na tabela 8.1, poder-se-á realizar uma comparação simultânea entre os critérios do BREEAM, enquadrados com Regulamentos, sistemas e procedimentos Britânicos comparados com os Regulamentos em vigor em Portugal. Nos casos em que o enquadramento legislativo não tenha sido suficiente para cumprir as exigências definidas pelo BREEAM, estes foram incluídos em outros grupos;

- Verificar-se-á nesta mesma tabela a inclusão dos critérios que sejam considerados como práticas comuns da empresa co-financiadora, decorrentes dos objectivos e requerimentos necessários para a obtenção da Certificação Ambiental ISO14001.

Tabela 8.1- Critérios da Ferramenta BREEAM associados à Regulamentação Portuguesa.

Critérios Breeam	Enquadramento legislativo local
<b>Man1- "Commissioning"</b>	
Refere-se à nomeação de uma equipa especializada de forma a monitorizar e assegurar o adequado funcionamento das instalações e o cumprimento das regulamentações locais. Entre as acções especificadas incluem-se medidas preventivas.	Prática Habitual da Chamartin: Um mês antes da Abertura do empreendimento é nomeada uma equipa de manutenção (constituída por responsáveis técnicos especializados nos diferentes equipamentos instalados) que estará permanentemente ao serviço do Centro Comercial. Além disso, antes da abertura e periodicamente são efectuadas medidas preventivas.
Créditos disponíveis: 2	
<b>Man2- "Considerate construction"</b>	
Refere-se a verificação de princípios de gestão aplicados em obra, onde estejam a ser contempladas as melhores práticas ambientais e sociais. A verificação decorre através da avaliação de uma "checklist" composta por 131 requisitos, subdivididos em oito diferentes temáticas, nomeadamente: Segurança, boa vizinhança, responsabilidade, limpeza, entre outros.	Prática Habitual da Chamartin: Dentre os requisitos contemplados neste critério, pode-se afirmar que aproximadamente 60% são considerados práticas da empresa em cumprimento com os sistemas de gestão internamente em vigor, nomeadamente: a Política de Sustentabilidade, Código de ética e aplicabilidade das normas internacionais ISO9001, ISO14001 e OSHA18001.
Créditos disponíveis: 2 (1 crédito para o cumprimento de pelo menos 50% dos requisitos e 2 créditos para o cumprimento de 80% dos requisitos).	
<b>Man3 Impactos na construção</b>	
Refere-se às boas práticas que deverão ser implementadas na obra, e relacionado com os seguintes temas: A) Energia (ou emissões) consumidas nas actividades. B) Energia (ou emissões) associado ao transporte de materiais. C) Consumo da água D) Poluição do ar E) Poluição da água F) O empreiteiro contratado deverá ter uma Política de compra ambiental. G) O empreiteiro contratado deverá possuir um Sistema de Gestão ambiental reconhecido.	Os itens D e E estão contemplados na DIA (Declaração de Impacto Ambiental) como uma das exigências da CCDR (Comissão de Coordenação de Desenvolvimento Regional) a ser implementada no Caso de estudo em Braga, e de acordo com o cumprimento da Portaria nº 330/2001 (anexo II, IV E V- referem-se aos procedimentos de recolha, elaboração dos relatórios e monitorização) do Dec.Lei nº 69/2000.
Créditos disponíveis: Com o cumprimento destas medidas seria possível adquirir 2 de 3 créditos disponíveis.	Práticas habituais da Chamartin: monitorização, relatórios e metas anuais dos itens A e C são consideradas práticas habituais da empresa para a implementação e manutenção dos Certificados ambientais (ISO14001).
<b>Man4 - Manual do Utilizador</b>	
Neste critério o Breeam define uma lista de assuntos que deverão estar no manual. Dos conteúdos, destacam-se: Informações dos serviços do edifício, Informações de emergência, estratégias ambientais implementadas no edifício, Informações sobre meios de transportes, links de interesse, entre outros.	Prática habitual da Chamartin: São fornecidos a todos os operadores (lojistas) um "Manual do Operador" onde estão a ser contemplados todos os assuntos exigidos pelo Breeam.
Créditos disponíveis: 1 crédito.	
<b>Hea4 - "High frequency lighting"</b>	
Refere-se à utilização de balastos electrónicos em 100% das lâmpadas fluorescentes existentes no edifício.	Prática habitual da empresa: verificou-se em todos os centros comerciais (Edifícios de referência) a presença de balastos electrónicos em 100% das lâmpadas fluorescentes existentes no edifício.
Créditos disponíveis: 1 crédito.	



Tabela 8.1 (cont.)- Critérios da Ferramenta BREEAM associados à Regulamentação Portuguesa.

Hea5- Níveis de iluminação interior e exterior	
Assegurar que os níveis de iluminação em todas as áreas internas e externas estejam em conformidade com os níveis de iluminância (em Lux) recomendados pelo CIBSE (The Chartered Institution of Building Services Engineers)(UK). Referências: "Code for lighting:Part2", CIBSE 2004 Lighting Guide 7 "Office Lighting", CIBSE 2005 Lighting Guide 6 "The Outdoor Environmental", CIBSE 1992  Créditos disponíveis: 1 crédito.	Prática Habitual da Chamartin: Cumprimento da norma ISO8995/CIES 008 / E , que definem os níveis de iluminância para espaço interior e exterior.
Hea8- Qualidade do Ar interior (QAI)	
Reduzir os riscos para a saúde associados à reduzida QAI. Os itens a seguir são definidos em conformidade com as recomendações do CIBSE (The Chartered Institution of Building Services Engineers)(UK), sendo estes: 1) Ar-condicionado-Entre entradas e saídas do ar devem existir 10 metros de distância e as entradas de ar devem estar sempre afastadas mais de 20 m de fontes de poluição. 2) Ventilação natural-Quando existirem aberturas, estas devem estar pelo menos a <u>10m de distância</u> das fontes de poluição externas. 3) Definição dos caudais mínimos de ar novo nos escritórios: 12 litros/ segundo/ pessoa e 8l/s.pessoa nos outros espaços. 4) Devem ser definidas medidas de controlo e monitorização dos níveis de CO <sub>2</sub> nos espaços interiores, incluindo a utilização de sensores.  Créditos disponíveis: 1 crédito.	De alguma forma, todos os itens definidos no critérios Hea8 são abrangidos pelo Decreto-lei 79/2006 (RSECE - QAI), no entanto, verificam-se algumas diferenças: 1) e 2) são definidas as medidas para promover a qualidade do ar interior tendo em atenção as fontes externas, no entanto, não são definidas as distâncias mínimas a cumprir. 3) No DL79/2006 (Anexo 6º pag 2438), os caudais de ar novo definido para áreas comerciais, são de : 5m³/(h .m²) e 30 m³/hora.ocupante (o equivalente a 8,33Litros/segundo.ocupante). 4) O DL79/2006 ( Capítulo IV art.12º pg2421) define a monitorização periódica de níveis de poluentes (inclusive CO <sub>2</sub> ). No entanto, não se verifica uma exigência legislativa para a utilização de sensores de controlo de QAI.  Práticas Habituais da Chamartin: No caso de estudo, pode considerar-se o cumprimento deste item, pois a utilização de sensores conjugados com a gestão técnica centralizada, já é uma prática habitual nos centros comerciais da empresa em estudo.
Hea9- Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)	
Tem o objectivo de encorajar a escolha de materiais com reduzido COVs que tenham sido testados e que cumpram determinadas Normas Europeias. No Manual do Breeam, estão disponíveis as normas europeias para diferentes materiais (incluindo painéis, estruturas e pavimentos de madeira, revestimentos diversos, tecto suspenso, papéis de parede, tintas*) * as tintas e vedantes devem cumprir a 2ª Fase da Directiva 2004/42/CE  Créditos disponíveis: 1 crédito.	- Decreto-lei 79/2006 4 de Abril Art.29 e anexo VII (RSECE) estabelece limites de emissões para COVs. - No que se refere às tintas, o Decreto -Lei 181/2006 transpõe a Directiva 2004/42/CE. A data limite para cumprimento da 2ª fase (que se refere aos níveis de VOC mais reduzidos) entrará em vigor em 2010. No entanto, todas as tintas propostas para o caso de estudo (DVB) já estão a cumprir essa exigência. - Todas as Normas Europeias listadas no Manual do Breeam, encontram-se harmonizadas, ou seja, encontram-se publicadas no JOUE (Jornal Oficial da União Europeia), podendo ser objecto de marcação CE, ou de o serem a curto prazo. Das normas consideradas pelo Breeam, verificam-se os seguintes períodos de início (Dipc) e término (Dtpc) de coexistência. Após este período, somente poderão circular produtos com Marcação CE, sendo esses: EN13986:2002 (Dipc-01/01/2005_Dtpc-01/01/2006)já em vigor. EN14080:2005 (Dipc-01/04/2006_Dtpc-01/12/2011) EN14342:2005+A1:2008 (Dipc-01/03/2009_Dtpc-01/03/2010)já em vigor. EN14041:2004/AC:2006 (Dipc-01/01/2007_Dtpc-01/01/2007)já em vigor. EN13964:2004/A1:2006 (Dipc-01/01/2008_Dtpc-01/01/2009) já em vigor.
Hea10 - Conforto térmico	
O Breeam exige que a temperatura interna esteja de acordo com CIBSE AM11 Guide A "Environmental Design" Temperatura interna recomendada: Inverno: 19°C a 21°C; Verão 21°C a 23° C.  Créditos disponíveis: 1 crédito.	Decreto-lei 80/2006 (RCCTE) Artigo 14º Alínea a, determina as condições interiores de referência para temperatura interna e humidade. Temperatura interna: 20°C para estação de aquecimento e 25°C e 50% de humidade relativa para a estação de arrefecimento.

Tabela 8.1 ( cont.)- Critérios da Ferramenta BREEAM associados à Regulamentação Portuguesa.

Hea12- Minimizar a contaminação da Legionella.	
Hea12- Minimizar a contaminação da Legionella. O Breeam neste critério exige que o projecto cumpra as medidas definidas no Manual "Legionnaires disease - the control of legionella bacteria in water systems".	Decreto-lei 79/2006 4 de Abril Art29 ( alínea 9), além deste regulamento está disponibilizado pela Direcção Geral de Saúde (DGS) , um guia para minimizar a contaminação da Legionella.
Créditos disponíveis: 1 crédito	Práticas Habituais da Chamartin: O caso de estudo está a seguir o DGS "Doença do Legionário - Guia Prático", refere-se a um guia disponibilizado pela DGS- Direcção Geral de saúde, conforme acima referido.
Ene1- Redução das emissões de CO2	
Baseia-se no EPC ranking (Energy Performance Certificate) Britânico.	No caso do DVB, foi realizada uma adaptação da redução de CO <sub>2</sub> com base nos limites do SCE-Nacional.
Créditos disponíveis : 15 créditos	Esta medida integra-se com a solução de outros critérios (Ene5 e Ene7)
Ene2 - Contadores por tipos de consumo de energia e Ene3 - Contadores por fracções	
Identificação de contadores por tipos de consumo de energia (iluminação, climatização, equipamentos...)	Estas medidas são essenciais para verificar e cumprir as exigências legislativas (Dec. Lei 78, 79 e 80/2006), principalmente no que se refere às diferentes fracções. No entanto, não se verifica a utilização obrigatória de contadores por tipo de consumo (conforme referido no critério Ene2), com a excepção do sistema de climatização, conforme referido no DL79/2006 Artigo14º:
Créditos disponíveis: 1 crédito	"Todo o sistema de climatização comum a várias fracções autónomas ou edifícios, tem necessariamente de dispor de dispositivos para contagem dos consumos de energia de cada uma das fracções autónomas ou edifícios servidos pelo sistema."
Identificação dos Consumos pelas diferentes fracções (lojas, áreas comuns, restauração)	
Créditos disponíveis: 1 crédito	
Ene 6- Performance do edifício e pontes térmicas evitadas.	
O Critério está definido por 11 requisitos, entre estes, medidas solares passivas (item 1 a 7) afim de reduzir as possíveis perdas térmicas e outras medidas preventivas e inspecções (incluindo análise termográfica) (item 8 a 11)	- O Decreto - lei 80/2006 (RCCTE) visa as medidas para maior qualidade térmica dos edifícios. - O Decreto - lei 78/2006 (SCE) visa assegurar o cumprimento dos requisitos impostos no RSECE e RCCTE , através de inspecções periódicas e identificação de medidas correctivas e melhorias.
Créditos disponíveis: 1 crédito	
Mat7- Projectar para a robustez	
Projectar para a robustez, através de adequada protecção aos espaços vulneráveis.	Não se verificou uma legislação específica para este tema. No entanto, considera-se este critério como prática habitual da empresa, e a sua aplicabilidade nos diferentes Centros Comerciais existentes.
Créditos disponíveis: 1 crédito	
Wst1- Promover a gestão adequada dos resíduos de construção.	
Wst1- Promover a gestão adequada dos resíduos de construção.	Portaria 209/2004 de 3 de Março_ Aprova a Lista Europeia de Resíduos (LER) transposto para a Legislação Portuguesa DL239/ 97.
A) Encorajar a redução dos resíduos gerados ( calculado em m <sup>3</sup> ou vol de RCD / 100 m <sup>2</sup> ABC)	Todos os resíduos produzidos (inclusive resíduos de construção) devem ser identificados e classificados de acordo com a LER. Este regulamento estabelece regras para a gestão adequada dos resíduos , nomeadamente:recolha, transporte, armazenamento, tratamento, valorização e eliminação.
B) Encorajar a reutilização e a reciclagem (mais de 75% do peso ou 65% do volume dos resíduos não perigosos devem ser reencaminhados para a reciclagem).	
Créditos disponíveis: (A) 3créditos + (B) 1crédito. Existe ainda mais 1 crédito extra, caso o item B tenha resultados superiores a 90% do peso ou 80% do volume de resíduos não perigosos reencaminhados para a reciclagem.	Práticas Habituais da Chamartin: Em todas as obras que foram monitorizadas e reportadas em fase de Obra (neste caso DVTejo, DVOvar e DVCoruña), verificaram-se o cumprimento e a obtenção do valor máximo do item A (3 créditos), ou seja, em todos os casos foi superior à melhor prática. (<4,7Ton RCD/100m2ABC)
Wst2 - Uso de agregado reciclado	
Uso de agregado reciclado em estruturas e pavimentos dos edifícios, substituindo em mais de 25% (por peso ou volume)do total de agregados utilizados no edifício.	Decreto lei 46/2008 de 12 de Março - Aprova o regime da gestão dos resíduos de construção e demolição (RCD). No art. 6º privilegia a reutilização de solos e rochas da escavação, e no Artigo7º- a reutilização dos RCD em obra. Define a reutilização, mas não a quantidade a reutilizar.
Créditos disponíveis: 1 crédito	

Tabela 8.1 ( cont.)- Critérios da Ferramenta BREEAM associados à Regulamentação Portuguesa.

Wst3 - Recolha e separação dos resíduos.	
Espaços para adequada recolha e separação dos resíduos durante a utilização do edifício.	- Associado ao Decreto-lei 239/97 (conforme descrito no critério Wst1). A recolha e a separação dos resíduos referem-se como requisitos necessários para o adequado cumprimento do Regulamento.
Créditos disponíveis: 1 crédito	
Wst4 - Compactadores	
Identificação de compactadores de resíduos e pontos de água.	Associado ao Decreto-lei 239/97 (conforme descrito no critério Wst1). Referem-se como requisitos necessários para o adequado cumprimento do Regulamento.
Créditos disponíveis: 1 crédito	Práticas Habituais da Chamartin: A utilização de compactadores define-se como prática habitual da empresa.
Pol2 - Detecção de fugas de gases	
Refere-se a instalação de sistemas de detecção de fuga de gases dos equipamentos.	Práticas Habituais da Chamartin: A utilização de sistemas detectores de fuga de gás define-se como prática habitual da empresa. Neste sentido 1 crédito ( no total de 2) estará sempre garantido.
Créditos disponíveis: 2 créditos (1 crédito para a aplicação de sistema de detecção de fugas e 1 crédito para o sistema de corte).	
Pol6 - Minimizar Poluição dos recursos hídricos	
Pol6 - Minimizar Poluição dos recursos hídricos	Dec. Lei nº 226-A/2007 31 maio (art 14º) Portaria nº1450/2007 12 nov - Anexo 1(descarga de águas residuais - ponto 3)
Créditos disponíveis: 1 crédito	
Pol8 - Atenuação dos ruídos	
Pol8 - Atenuação dos ruídos	Requisitos legais: DL 9/2007 de 17 de janeiro, NP 4361-2 de 2001.
Créditos disponíveis: 1 crédito	

### 8.3 Enfoque nos critérios inadaptados à realidade Portuguesa (Grupo B).

Durante a análise da Ferramenta BREEAM (versão 2008) aplicada ao caso de estudo Dolce Vita Braga (DVB), identificaram-se dificuldades para a implementação e ajustamento de determinados critérios. A seguir, identificam-se os critérios considerados inadaptados (tabela 8.2), bem como a metodologia de actuação para a sua adaptação e, sempre que possível, tendo em conta os seguintes passos:

- Identificar eventuais dificuldades;**
- Verificar como o tema abrangido neste critério é analisado em outras Ferramentas Voluntárias de Sustentabilidade.** Sempre que possível, recorreu-se à análise de três diferentes ferramentas, uma internacional, nomeadamente o LEED\_NC (versão 3) e duas nacionais, o SBTTool<sup>PT</sup> e LiderA.
- Apresentar soluções de adaptação a aplicar.**

Por fim, será apresentado um breve paralelismo entre as soluções de adaptação propostas neste trabalho com a primeira versão europeia (BREEAM-Europe), lançada posteriormente a este trabalho em Outubro de 2009, conforme mencionado no capítulo 4.

Tabela 8.2 - Critérios abrangidos pelo Grupo B (critérios inadaptados à realidade nacional)

Grupo B	
Management section credits	
Man8	Security
Energy section credits	
Ene1	Reduction of CO2 Emissions
Transport section credits	
Tra3	Cyclist Facilities
Tra4	Pedestrian and cycle safety
Water section credits	
Wat6	Irrigation system
Materials section credits	
Mat1	Materials Specification - Major building elements
Mat2	Hard landscaping and boundary protection
Mat5	Responsible sourcing of materials
Mat6	Insulation
Waste section credits	
Wst2	Recycle aggregates
Pollution section credits	
Pol1	Refrigerant GWP- Building services
Pol3	Refrigerant GWP- cold storage
Pol7	Reduction of night time light pollution
Total de critérios: 13	
Legenda	
	Critérios Obrigatórios

Sempre que surgiu a necessidade de utilizar algum dos critérios inadaptados (grupo B), e no intuito de incrementar a classificação BREEAM nesta investigação (Very Good e/ ou Excellent), assumiram-se as adaptações a seguir referidas:

### Man8 – Segurança

Este critério reconhece e encoraja a implementação de medidas de segurança, de forma a minimizar eventuais oportunidades de ocorrência de crimes.

Verificou-se que para o cumprimento deste critério em fase de projecto, seria necessária a apresentação de um Relatório oficial da Entidade Policial (Departamento de Prevenção Contra o Crime - *Crime Prevention Design Advisor* - **CPDA** ou *Architectural Liaison Officer*- **ALO**), órgão existente em Inglaterra. Este órgão não existe em Portugal.

No relatório, deveriam constar:

- Auditoria do projecto e eventuais advertências;
- A fase do projecto em que a auditoria foi realizada;
- O resumo das recomendações.

Para o caso de outros países que não possuam este organismo (exemplo: Portugal), uma alternativa para a sua adequada adaptação e respectivo cumprimento do critério, passaria por apresentar o projecto, destacando os exemplos que foram seguidos em conformidade com o documento “*Secured of Design*” (SBD), uma iniciativa promovida pela Polícia Britânica, facilmente aplicável a outros países (apesar de pontuais inadaptações). Este refere algumas boas práticas a ter em consideração durante um referido projecto, como por exemplo:

- O projecto deve ser sensível ao contexto social e ambiental local, desta forma poderá ajudar a estreitar a relação de vizinhança e contribuir para o aumento da identidade da comunidade local;
- As áreas públicas e semi-públicas devem ser facilmente visualizadas pelos edifícios mais próximos;
- Estudos que promovam a localização mais adequada da iluminação exterior, poderão efectivamente ajudar a reduzir os riscos de crime.

Este documento pode ser consultado em: [www.securebydesign.com](http://www.securebydesign.com)

#### Enquadramento com a versão Internacional “BREEAM EUROPE” (Outubro de 2009):

- ✓ Este critério (Man8) encontra-se excluído na nova versão internacional do BREEAM.

### Ene1 – Redução da Emissão do CO<sub>2</sub>

Este critério reconhece e encoraja as medidas que minimizem as emissões de CO<sub>2</sub>. Neste critério, estão disponibilizados 15 créditos que são fornecidos em função dos valores absolutos de emissão de CO<sub>2</sub> e estipulados no “EPC Rating”. O EPC (Energy Performance Certificate) é similar ao SCE (Sistema de Certificação Energética) aplicado em Portugal e nos restantes Países da União Europeia, estando estas, em conformidade com a Directiva Europeia 2002/91/EC (Conforme referido no Capítulo 2).

A tabela 8.3 especifica os critérios do BREEAM disponibilizados em função do índice de CO<sub>2</sub> de cada edifício analisado (novos e reabilitados).

Tabela 8.3 - Número de créditos disponíveis em função do Índice de CO<sub>2</sub> do edifício analisado (Fonte: BREEAM, 2008)

BREEAM Credits	CO <sub>2</sub> Index (EPC Rating)	
	New Build	Refurbishment
1	63	100
2	53	87
3	47	74
4	45	61
5	43	50
6	40	47
7	37	44
8	31	41
9	28	36
10	25	31
11	23	28
12	20	25
13	18	22
14	10	18
15	0	15
Exemplar credit 1	<0	≤0
Exemplar credit 2	True zero carbon building	

a) **Identificação das eventuais dificuldades:**

Como poderá verificar-se na tabela 8.3, uma das maiores dificuldades na adaptação de um projecto fora do Reino Unido é a inadaptação associada aos factores de emissão de CO<sub>2eq</sub> (diferenciado para cada país), bem como os limiares de referência utilizados. Ou seja, assim como sucede no Reino Unido, em outros países europeus, são determinados limites mínimos de eficiência energética para cada tipologia. Em Portugal, esses limites são definidos como IEE referência (Índice de Eficiência Energética), apresentados em quilogramas equivalentes de petróleo por unidade de área útil do edifício (Kg<sub>ep</sub>/M<sup>2</sup>.ano). No caso da aplicação destes critérios em relação a outros Países, através do BREEAM Internacional, deveria considerar-se a flexibilidade para melhor adaptação deste critério ao Sistema de Certificação Energética de cada país.

b) **Como o tema abrangido neste critério (ENE1) é analisado em outras Ferramentas Voluntárias de Sustentabilidade:**

Recorreu-se à análise das seguintes ferramentas:

- LEED-NC (versão 3):

**EA Crédito 1- Optimizar a performance energética.**

O LEED-NC disponibiliza para este critério 10 pontos, que poderão ser alcançados através do aumento da performance do edifício (valor em percentagem), em comparação com a performance de referência disponibilizada pela *ASHRAE/IESNA Standard 90-1-2007*. A percentagem é definida pelo custo de energia evitado em comparação com uma solução

estandardizada. Na tabela abaixo (tabela 8.4), é possível verificar a pontuação distribuída em função do custo que foi evitado.

Tabela 8.4- Número de créditos do LEED disponibilizados em função do custo com energia evitados (expresso em percentagem) (Fonte: LEED, 2009).

New Buildings	Existing Building Renovations	Points
12%	8%	1
14%	10%	2
16%	12%	3
18%	14%	4
20%	16%	5
22%	18%	6
24%	20%	7
26%	22%	8
28%	24%	9
30%	26%	10
32%	28%	11
34%	30%	12
36%	32%	13
38%	34%	14
40%	36%	15
42%	38%	16
44%	40%	17
46%	42%	18
48%	44%	19

- SBTtool PT:

**Parâmetro P7- Consumo de Energia Primária não renovável na fase de utilização.**

Este parâmetro é analisado em função dos valores considerados no RCCTE, e conforme os requisitos do SCE, ou seja, a pontuação é atribuída em conformidade com os resultados obtidos no Sistema de Certificação Energética, definido através do valor estimado de Energia Primária não renovável ( $P_{ENR}$ ).

- LiderA:

**Critério C7- Certificação Energética / Consumo de energia.**

De acordo com a Ferramenta Lidera, a atribuição de pontos em função deste critério está em conformidade com RCCTE e RSECE, bem como em relação aos valores relacionados com certificados de eficiência energética. Ou seja, a classificação está directamente relacionada com o resultado atribuído na Certificação Energética para o edifício analisado.

c) **Solução de adaptação a aplicar:**

Conforme anteriormente mencionado, no caso da Aplicação do BREEAM Internacional, este critério deveria ser adaptado ao Sistema de Certificação Energética aplicado a cada País Europeu, e não a um índice fixo de CO<sub>2</sub>, que desconsidera o factor de emissão e limites regulamentares diferenciados para cada País.

Verificou-se, nas ferramentas aplicadas ao Mercado Português (SBTool<sup>PT</sup> e Lidera), que ambas utilizam directamente os resultados obtidos no Sistema de Certificação Energética para realizar a classificação do critério (Parâmetro), atribuindo entre A (melhor desempenho) e E (Pior desempenho).

A adaptabilidade do critério Ene1 (BREEAM) para a realidade Nacional poderia seguir a mesma lógica verificada nas Ferramentas Voluntárias Nacionais. No entanto, devido à incompatibilidade das classificações definidas pelas pontuações de 0 a 15 créditos (também se verifica no LEED-NC), e ao invés da classificação estipulada entre A e G, conforme as ferramentas nacionais, propõe-se a seguinte adaptação:

- Utilização das referências nacionais definidas pelo Sistema Nacional de Certificação Energética e Qualidade do Ar Interior nos Edifícios (SCE) conjugadas com a classificação definida pelo LEED, bem como pela anterior versão do BREEAM 2006 (ver tabela 8.5).

Tabela 8.5- Tabela apresentada na versão 2006 do BREEAM adaptada à Realidade Nacional Portuguesa (Fonte: BREEAM, 2006) (adaptação).

% de redução de CO <sub>2</sub> do IEE <sub>nom</sub> comparado com o IEE <sub>ref</sub>	Créditos Breeam
• +1%	1 credit
• +2%	2 credits
• +4%	3 credits
• +6%	4 credits
• +8%	5 credits
• +10%	6 credits
• +12%	7 credits
• +14%	8 credits
• +18%	9 credits
• +22%	10 credits
• +30%	11 credits
• +40%	12 credits
• +50%	13 credits
• +60%	14 credits
• >70%	15 credits

A diferença resultante (em percentagem) entre o Indicador de Eficiência Energética de Referência (IEE<sub>ref</sub>) comparado com o Indicador de Eficiência Energética Nominal (IEE<sub>nom</sub>), deve ser directamente reportada à tabela 8.5, que se encontra acima referida. O factor de conversão de



emissões de CO<sub>2</sub> deverá utilizar o valor disponibilizado para a Certificação Energética (factor de conversão: 0.0012 tonCO<sub>2</sub> por Kgep).

É importante ressaltar uma característica imposta pelo BREEAM, aqui considerada neste critério, e que de alguma forma poderia influenciar positivamente outras ferramentas. A característica em questão refere-se à obrigatoriedade de cumprir com um determinado número de créditos para alcançar uma classificação final prestigiosa. Assim, conforme descrito na tabela 3.1 (Capítulo 3), seria preciso cumprir pelo menos com 6 a 10 créditos deste critério, para atingir respectivamente a classificação "Excellent" e "Outstanding". Dessa forma garante-se que um edifício certificado com notoriedade tenha necessariamente um bom desempenho e elevada classificação energética, não gerando desse modo eventuais conflitos conceptuais.

**Enquadramento com a versão Internacional "BREEAM EUROPE" (Outubro de 2009):**

- ✓ O critério (Ene1) na nova versão internacional, encontra-se adaptado ao Regulamento de cada País e aos respectivos métodos de cálculo aplicado. São fornecidas também duas outras opções de actuação, para o caso de países que não possuem métodos de cálculo de energia.

### **Tra 3 – Instalações para Ciclistas**

Este critério propõe uma infra-estrutura adequada com o objectivo de incentivar os utilizadores (operadores e visitantes de Centros Comerciais) a utilizar bicicletas como meio de transporte. Neste critério, são disponibilizados dois créditos, sendo o primeiro definido pelos seguintes requisitos:

- O número de vagas deverá ser equivalente a 10% do número de trabalhadores a "full time";
- Adicionando ao número anterior, deverá ser providenciada área de estacionamento para bicicletas equivalente a 5% do total do número de vagas de estacionamento (carros) para clientes (excluindo vagas reservadas);
- Existe a possibilidade de considerar a instalação mínima de 50 vagas. No entanto, o critério não é muito esclarecedor quanto à sua aplicabilidade em qualquer projecto, pois poderá apenas limitar-se aos edifícios cujo resultado (soma dos requisitos anteriores) seja inferior a 50 vagas.

O segundo crédito é fornecido caso o edifício contemple instalações de apoio aos ciclistas, tais como duches, cacifos e balneários e espaços para secagem de roupa. Pelo menos duas destas medidas deveriam ser contempladas.

No manual para assessores, são disponibilizadas notificações que deverão ser consideradas durante a fase de projecto. Essas notificações referem-se a distâncias mínimas e medidas de segurança.

Para o caso de estudo analisado (DVB), e conforme o critério original (conforme exigido pela Ferramenta Britânica), seriam necessárias 144 vagas para bicicletas, 144 cacifos e 14 chuveiros.

**a) Identificação das eventuais dificuldades:**

Uma das principais inaptações verificadas neste critério relaciona-se com o aspecto cultural, bem como com os diferentes esforços públicos para a definição de infra-estruturas e incentivos fiscais. Apesar do aumento das diferentes iniciativas que procuram incentivar o uso de bicicletas em Portugal (que à frente poderão verificar-se), estas continuam a ser muito pontuais, desarticuladas entre si e não integradas com outros meios de transporte. Contrariamente, poderá constatar-se que, em outras cidades europeias, como em Paris, através da criação da “Vélib” (bicicletas de utilização pública); em Amesterdão, onde a utilização de bicicletas como meio de transporte representa mais de 20%; em Ferrara, na Itália, onde se verifica uma utilização de 31% destas como meio de deslocação trabalho-casa; bem como em Inglaterra, onde se verificou um aumento de 87% de ciclistas desde o ano 2000 (Caetano J.M., 2008).

Situação em Portugal

Iniciativas pontuais de incentivo ao uso de bicicletas:

- Bugas em Aveiro: são disponibilizadas mais de 300 bicicletas para uso público. Tem-se verificado uma significativa adesão, não somente para os turistas, mas também como opção de transporte de rotina;
- Bicas em Cascais: são disponibilizados aproximadamente 250 bicicletas para uso público;

As duas iniciativas apresentadas estão a ser promovidas pelas autarquias locais.

- Bute nas Universidades: Conceito desenvolvido pela empresa Ideiabiba e iniciada na Universidade do Minho. Esta iniciativa já integra mais de 400 bicicletas. O sistema difere das iniciativas anteriores (aluguer ocasional), pois o utilizador torna-se o arrendatário e responsável pela bicicleta por um período de três anos. Estava prevista a duplicação deste sistema para outras Universidades (Porto e Lisboa) ainda durante o ano de 2009, no

entanto, devido à actual crise financeira Mundial, o projecto encontra-se suspenso de momento.

- Está em curso, promovido pela Câmara Municipal de Lisboa, um projecto para desenvolver uma rede de uso partilhado de Bicicletas (tal como foi desenvolvido em Barcelona). A proposta é criar 250 postos (próximos das paragens de transportes públicos) para receber 2500 bicicletas a serem utilizadas por associados (detentores de um cartão de sócio e mediante o pagamento anual de uma quantia simbólica).

De acordo com estudos sobre mobilidade pública realizados no Porto e em Lisboa (Figura 8.1), bem como através de estudos sobre deslocações de visitantes aos Centros Comerciais Dolce Vita (Figura 8.2), pode verificar-se uma inexpressiva mobilidade realizada por bicicletas em território Nacional (entre 2 a 5%).

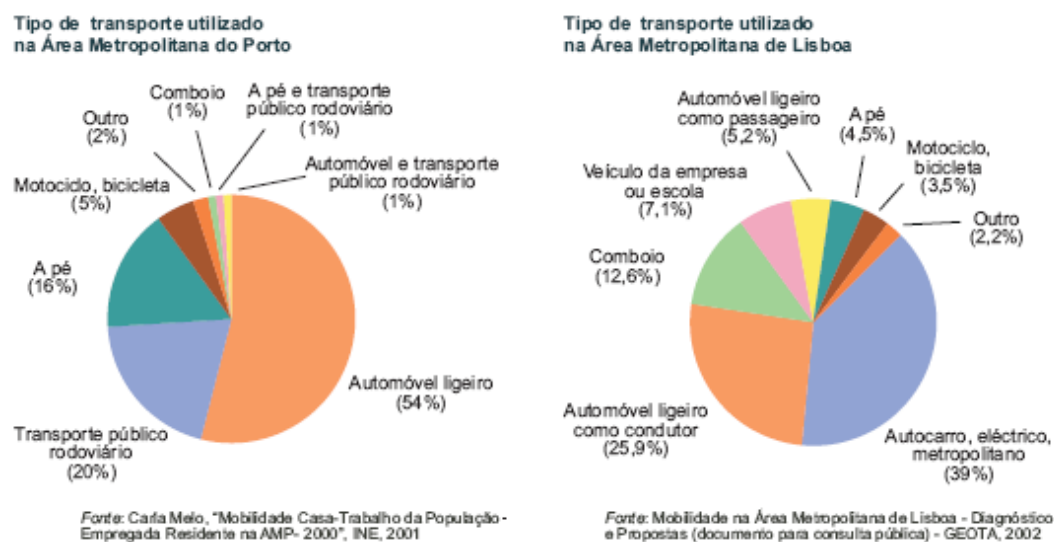


Figura 8.1- Estudos sobre mobilidade Urbana do Porto e Lisboa realizados respectivamente pelo INE (2000) e pelo GEOTA (2002) (Fonte: BCSD, 2005)

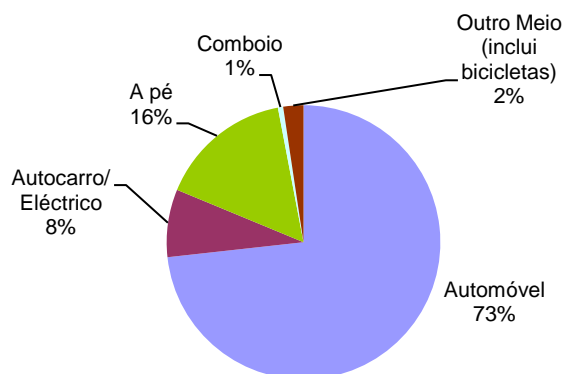


Figura 8.2- Meios de deslocação dos visitantes aos Centros Comerciais "Dolce Vita" (valor médio: DVP, DVD, DVC e DV Ovar) (Fonte: Chamartin Imobiliária, 2008).

Neste contexto, pode afirmar-se que as quantidades de vagas exigidas pelo critério são consideradas excessivas, acarretando uma desnecessária utilização de espaço, bem como de investimento. Neste sentido, propõe-se, numa primeira fase, um número mais adequado de vagas a serem implementadas neste caso de estudo, como mais à frente se evidenciará.

**b) Como o tema abrangido neste critério (Tra3) é analisado em outras Ferramentas Voluntárias de Sustentabilidade:**

Recorreu-se a análise das seguintes ferramentas:

- LEED-NC (versão 3):

**SS Crédito 4.2 – Transporte alternativo: Parqueamento para bicicletas e Vestiários.**

De acordo com o LEED-NC, define-se como requisito deste critério, a instalação de parqueamento para bicicletas, bem como chuveiros para 5% (ou mais) dos utilizadores do edifício. Não define requerimentos de projecto, tais como especificado no BREEAM.

- SBTtool<sup>PT</sup>

Não define como critério, a criação de infra-estruturas para bicicletas.

- LiderA

**Critério C29- Mobilidade de baixo impacto.**

Entre outros parâmetros analisados, este critério disponibiliza dois de cinco pontos para projectos que assegurem ciclovias e parques de estacionamento próprios para veículos de baixo impacto (inclusive bicicletas). Não são especificados números de vagas mínimos nem requisitos de projecto.

**c) Solução de adaptação a aplicar:**

De forma a promover a adaptabilidade do critério Tra3 (BREEAM) à realidade Nacional, propõe-se uma maior flexibilidade para a definição do número de vagas, bem com a sua execução em duas fases. Ou seja, numa primeira fase, seria definido um número mínimo de vagas a constar no projecto, no momento da abertura do Centro Comercial. Quanto à segunda fase, seria previsto um determinado espaço para expansão futura, de forma que pudesse ser utilizado em função do incremento da fluência, mas definido através de um valor máximo inicialmente estipulado.

- Primeira etapa: número mínimo<sup>20</sup> de vagas: 50 vagas (valor mínimo estipulado pelo BREEAM).
- Segunda etapa: número máximo de vagas (a serem previstas no projecto, como futura expansão): 144 vagas (valor inicialmente estipulado para o caso de estudo).

Considera-se pouco provável um aumento do fluxo de ciclistas de forma a cumprir com este requisito. Este facto deve-se à topografia do local, assim como estar inserido numa área de tráfego rodoviário pesado.

#### Enquadramento com a versão Internacional "BREEAM EUROPE" (Outubro de 2009):

- ✓ O critério (Tra 3) na nova versão internacional, disponibiliza cinco opções alternativas ao uso de carros privados :
  - ✓ opção 1 e 2: mantém-se os requisitos relacionados com as bicicletas,
  - ✓ opção 3: Negociar com empresas de transporte público o aumento de serviços próximos do empreendimento,
  - ✓ opção 4: Disponibilizar parques para carros eléctricos,
  - ✓ opção 5: Definir medidas que incentivem a utilização de "car sharing".

#### Tra4 – Segurança para pedestres e ciclistas

Este critério previne e encoraja a utilização de adequadas circulações e acessos para pedestres e ciclistas no empreendimento. Entre as exigências do BREEAM para este critério, verifica-se a inabilidade em cumprir um dos requisitos utilizados para a obtenção de um dos créditos disponíveis, e que a seguir se refere:

- As ciclovias devem ser projectadas e construídas em conformidade com os seguintes documentos: *Guideline and Practical Details – issue 2* (1997, Sustrain<sup>21</sup>) e partes relevantes do Apêndice VI do documento "NCN Design and Construction checklist".

---

<sup>20</sup> Base de cálculo utilizado para definição do valor mínimo:

Número de vagas de estacionamento de carros do DV Braga (A): 2677 vagas de automóvel

Número de vagas proposto para bicicletas = (2%) do número de vagas de carro (% média de deslocação aos CC através de bicicletas) = 53 vagas para bicicletas (será arredondado para 50 (número mínimo estipulado pelo BREEAM).

<sup>21</sup> O referido guia Britânico poderá ser encontrado no seguinte site:

<http://www.sustrans.org.uk/resources/publications>

Para o cumprimento adequado deste requisito, os projectistas do caso de estudo DVBraga, optaram por adoptar como documento alternativo (mais adaptado à realidade Portuguesa), o seguinte guia: "*Contributos para a regulamentação de percursos cicláveis em Portugal – Instituto Superior de Agronomia – Centro de estudos de arquitectura paisagística*"<sup>22</sup>.

**Enquadramento com a versão Internacional "BREEAM EUROPE" (Outubro de 2009):**

- ✓ O critério (Tra 4) na nova versão internacional, continua a manter as dimensões das ciclovias e os caminhos de pedestre que devem ser cumpridos no projecto. No entanto, não mais faz referência a utilização de normas e guias Britânicos, podendo este ser adaptado aos guias e manuais nacionais.

**Wat 6 – Sistema de Irrigação**

O objectivo deste critério do BREEAM é reduzir o consumo de água potável utilizada para rega, quer através de técnicas de irrigação mais eficientes, quer através do aproveitamento de águas pluviais e de águas recuperadas (reutilizadas).

Qualquer um dos seguintes requisitos deverá ser contemplado:

- a. Adopção de sistemas de irrigação tipo gota a gota ("*drip feed subsurface*") incorporados com sensores de humidade do solo. O sistema deve ser instalado por zona, para permitir uma rega variável em função das espécies de flora;
- b. Utilização de águas reaproveitadas advindas de águas da chuva ou cinzentas;
- c. Escolha de plantas com reduzida necessidade de rega, para que em determinadas estações apenas utilizem a quantidade inerente à precipitação;
- d. Escolha somente de espécies que estejam adaptadas a climas quentes e secos;
- e. Quando não referido, os sistemas de rega (incluindo sprinkler e rega manual) devem ser especificados, de forma a que apenas sejam controlados pelos ocupantes e proprietários.

**a) Identificação das eventuais dificuldades:**

Quanto aos requisitos acima especificados, apenas se destaca uma determinada incoerência no que se refere à adaptação a Portugal, nomeadamente no critério a.

---

<sup>22</sup> Mais informações poderão ser localizadas no site:  
[www.isa.utl.pt/ceap/ciclovias/new\\_page\\_15411111.htm](http://www.isa.utl.pt/ceap/ciclovias/new_page_15411111.htm)

De acordo com a sua aplicação ao caso de estudo verificou-se:

- Inadequada utilização do sistema “gota-a-gota” em toda a extensão do projecto, sendo aconselhada a sua utilização conjugada com outros sistemas que tenham maior alcance. Conforme declarado pela Arquitecta paisagista do caso de estudo DVBraga, destaca-se:

*“O sistema de rega “gota-a-gota” é por definição uma técnica de dotação de água localizada ao nível dos caules e junto dos troncos das plantas com maior desenvolvimento de porte aéreo, como sejam as herbáceas vivazes, os arbustos ou árvores. Desta forma, este sistema não é apropriado ou compatível com a rega de prados e relvados porquanto estes necessitam de rega generalizada uma vez que se trata de plantas rasteiras de revestimento. O sistema gota-a-gota apenas regaria os prados em círculos de 30 centímetros” (Lavrador. M, 2009).*

- Os sensores de humidade do solo poderão ser ineficazes, pelos seguintes motivos (Lavrador.M, 2008):
  - a. As características edafo-climáticas e de evapotranspiração de Portugal, que tomam pouco eficiente e até problemático o uso de sensor de humidade;
  - b. O teor de humidade de solo, “lido” numa determinada área, pode não ser igual em toda a zona de intervenção, o que originará falta de água nas áreas com menor humidade de solo. Este cenário poderá ocorrer em locais com variação de cotas altimétricas, ou seja, locais com tipos de solos diferenciados (arenoso e argiloso);
  - c. Algumas empresas retiraram esse produto do mercado, porque o consideraram pouco eficaz e de elevada necessidade de manutenção.

**b) Como o tema abrangido neste critério (Wat 6) é analisado em outras Ferramentas Voluntárias de Sustentabilidade:**

Observou-se uma preocupação em definir a redução de água potável utilizada para rega, no entanto, não foram identificadas, em qualquer das ferramentas, limitações quanto ao sistema a utilizar, bem como em relação à restrição de sensores de humidade.

- LEED-NC (versão 3):

**WE critério 1:**

(Opção 1): Redução do consumo de água potável nos arranjos exteriores em 50% (vale 2 pontos);

(Opção 2): Redução do consumo de água potável nos arranjos exteriores em 100% (vale 4 pontos);

- SBTtool<sup>PT</sup>

**Parâmetro (P5) - Plantas autóctones**

Neste critério, a referida ferramenta enfoca a sua acção na escolha de espécies mais adaptadas ao clima local e que, conseqüentemente, minimizem o consumo de água.

**Parâmetro (P14) - Volume anual de água consumido per capita no interior do edifício.**

Este parâmetro não inclui a análise da rega.

**Parâmetro (P15) - Percentagem de redução do consumo de água potável**

Neste parâmetro, encontra-se incluído o reaproveitamento das águas residuais e águas pluviais, contemplando os usos internos e externos (inclui rega). O cálculo final é definido com base na percentagem de redução do consumo de água potável em função da utilização da água pluvial e residual reaproveitada.

- LiderA

**Critério C3- Valorização ecológica**

Verifica o número de espécies autóctones e/ou adaptadas introduzidas, sendo essas espécies com reduzida necessidade de rega.

**Critério C10- Consumo de água potável**

Através deste critério, foi possível identificar duas intervenções (num total de 6) que poderiam estar associadas à utilização de sistemas de rega mais eficientes, sendo essas:

- Aquisição de equipamentos eficientes
- Utilização de águas pluviais para uso secundário.

**Critério C11- Gestão das águas locais**

Uma das medidas contempladas neste critério é a recolha de águas pluviais e a sua reutilização para rega, lavagem de pavimentos, entre outras utilizações.

c) **Solução de adaptação a aplicar:**

A adaptação necessária seria facultar maior flexibilidade ao item a, ou seja, ao invés da definição de requisitos específicos (que muitas vezes podem não se adequar à realidade do País, tal como sucede com o uso de sensores de humidade do solo), este item deve permitir diferentes estratégias de rega, desde que seja demonstrada a eficácia das mesmas.



**Enquadramento com a versão Internacional "BREEAM EUROPE" (Outubro de 2009):**

- ✓ Não foi realizado nenhuma alteração / adaptação do critério (Wat 6) na nova versão internacional.

**Mat 1, Mat 2 e Mat 6 – Critérios relacionados com a escolha de materiais**

Os critérios do BREEAM relacionados com os materiais identificam-se como os critérios com maior nível de dificuldade em termos de implementação no caso de estudo. Essa situação é devida às inaptações advindas de diferenças culturais, climáticas e da própria oferta disponível no mercado, em que se evidenciam diferenças relevantes entre Portugal e o Reino Unido.

A análise dos materiais por si só, possui particularidades e inúmeros parâmetros de análise (ver capítulo 3) que dificultam a sua classificação enquanto material “ecológico”, logo, para tal suceder, seria necessário analisar, quer caso a caso, quer por localidade, ou em função de parâmetros prioritários em cada caso específico.

No caso dos critérios Mat1, Mat2 e Mat6, o BREEAM tem como objectivo encorajar a escolha de materiais com reduzido impacto ambiental durante o ciclo de vida do edifício. Esta escolha realiza-se através da utilização de materiais com melhor classificação, e conforme especificado no Guia “*Green Guide to Specification*” (Anderson J. *et al*, 2009). Este guia, com mais de 1500 especificações, e que é actualizado periodicamente, tem os parâmetros identificados por tipos de edifícios e por elementos construtivos. A consulta do referido guia pode ser realizada através do formato digital (site do BRE), e sendo que ao seleccionar-se o tipo de edifício, bem como de seguida os elementos construtivos que se pretende analisar, são fornecidas diversas composições de materiais e as suas respectivas classificações (de “A” – melhor performance ambiental a “E” - pior performance ambiental).

**a) Identificação das eventuais dificuldades:**

No que compete às dificuldades, principalmente no actual cenário de internacionalização da Ferramenta BREEAM, admite-se que os critérios referentes à escolha dos materiais deveriam seguir um procedimento mais adaptado às diferenças culturais, climáticas e da oferta de mercado. Neste contexto, o *Green Guide* apresenta-se pouco enquadrado a alcançar esse objectivo, devido à sua rigidez, e como poderá abaixo verificar-se:

- Verificou-se a necessidade de clarificar a forma como estão a ser definidos os parâmetros para a classificação final dos elementos construtivos, o que vem dificultar futuras adaptações para outros países;
- Os materiais descritos no guia deveriam ser mais ilustrativos para facilitar o entendimento e uma rápida visualização. Muitas das vezes a conjugação entre utilização de determinados termos técnicos (numa outra língua) e as diferenças construtivas entre países dificultam uma interpretação objectiva;
- Algumas classificações atribuídas consideraram-se questionáveis, ou seja, um material ou elemento construtivo na Inglaterra com valor A+, poderá ter em Portugal um valor mais reduzido ou vice-versa. Por exemplo, na classificação dos isolamentos, e conforme o "Green Guide", atribui-se ao Poliestireno Expandido (EPS) e à Lã de Rocha a classificação de "A+", o que evidencia resultados superiores quando comparado com o painel de cortiça (apenas com classificação "A"). Este resultado aplicado a Portugal, provavelmente deveria ser reavaliado, devido à elevada produção deste material no país. Outro exemplo foi a melhor atribuição às caixilharias de PVC (A+), comparadas com as caixilharias de alumínio e madeira (D), sendo que muitos outros estudos contrariam esta afirmação.

b) **Como o tema abrangido nestes critérios (Mat 1, Mat 2 e Mat 6) são analisados em outras Ferramentas Voluntárias de Sustentabilidade:**

De acordo com outras ferramentas de sustentabilidade, observa-se uma maior diversidade de requisitos utilizados para comprovar a performance dos materiais escolhidos, entre estes destacam-se:

- LEED-NC (versão 3): Os requisitos do LEED- NC, associados aos materiais e recursos, estão subdivididos em 1 pré-requisito e 8 créditos. Destes, cinco créditos estão a ser dirigidos especificamente para a escolha adequada de materiais, nomeadamente:

**MR critério 3** - Especificar a reutilização de 5% a 10% dos materiais de construção utilizados em obra.

**MR critério 4** - Especificar a utilização de materiais com conteúdo reciclado em pelo menos, 10% a 20%, baseado no custo, do total dos materiais utilizados em obra.

**MR critério 5** - Especificar que o mínimo de 10% a 20%, baseado do custo, do total dos materiais sejam advindos de produção local.

**MR critério 6** - Escolha de materiais rapidamente renováveis em pelo menos 2,5%, baseado no custo, do total dos materiais utilizados em obra.

**MR critério 7** - Escolha de madeiras certificadas, em pelo menos 50% baseado no custo, do total dos materiais à base de madeira utilizados em obra. (O BREEAM também possui este requisito, no entanto, encontra-se integrado na categoria de gestão (critério MAN3).

- SBTTool<sup>PT</sup>: Os requisitos do SBTTool<sup>PT</sup>, associados aos materiais, estão a ser definidos através de cinco critérios, abrangidos pela categoria Materiais e Resíduos Sólidos. Destes, três critérios estão a ser dirigidos especificamente para a escolha adequada dos materiais, nomeadamente:

**Parâmetro (P9)** *Percentagem em custo de materiais reutilizados*

Este critério tem como objectivo promover a reutilização de materiais advindos do próprio local da construção ou de localidades próximas. O critério define como melhor prática a reutilização de 15% tendo como base os custos de materiais e produtos utilizados em obra (semelhantes aos critérios Mat 3 e 4 do BREEAM).

**Parâmetro (P10)** *Percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício*

Este critério fomenta a utilização de materiais reciclados. A classificação final deste critério é obtida através de uma tabela de cálculo auxiliar onde são encontrados "Benchmarks" de práticas convencionais e melhores práticas nacionais para diversos tipos de materiais de construção. Através desta tabela, procede-se ao cálculo para obtenção do valor normalizado médio do conteúdo reciclado do edifício avaliado.

**Parâmetro (P11)** *Percentagem em custo de produtos de base orgânica que são certificados.*

Tem como objectivo incentivar a utilização de produtos e materiais de base orgânica com certificado ambiental. Como melhor prática, define-se que, pelo menos 5%, dos custos dos materiais de base orgânica sejam certificados.

- LiderA

**C12- Durabilidade**

O objectivo é avaliar o aumento da durabilidade de materiais utilizados no empreendimento (semelhante ao critério Mat7 do BREEAM).

**C13- Materiais locais**

Utilizar materiais produzidos localmente até um raio de 100Km, em que 50% dos materiais totais utilizados (definido por peso ou equivalente) deverão cumprir o requisito.

#### **C14- Materiais de reduzido impacto**

Fomentar a utilização de materiais reciclados, recicláveis e reutilizáveis, ou que sejam certificados ambientalmente (assim como o critério Mat5 do BREEAM) e que não utilizem substâncias perigosas.

##### **c) Solução de adaptação a aplicar:**

Assim como foi definido pelas diferentes ferramentas de sustentabilidade, propõem-se para os critérios relacionados com materiais, primeiramente, a existência de uma maior flexibilidade na análise de materiais, propondo diferentes parâmetros e formas de avaliação. Adicionalmente, ao invés de utilização de um guia com uma lista de materiais muito específica (na sua maioria adaptados ao mercado Britânico), deveria ser admitida a análise e a escolha de materiais através de diferentes ferramentas de Análise do Ciclo de Vida (ACV) disponíveis no mercado internacional, tais como SimaPRO<sup>23</sup> (apesar de ainda pouco adaptada à realidade nacional), ou de sistemas desenvolvidos especificamente para a realidade de determinados países. Destes, poderiam ser utilizados métodos desenvolvidos em países como a Espanha, com soluções construtivas muito semelhantes a Portugal (Como é o caso, da ferramenta Espanhola Banco BEDEC<sup>24</sup>- apesar de apenas avaliar o peso, a energia incorporada e as emissões de CO<sub>2</sub> associadas ao material analisado), ou mesmo usufruir de sistemas em desenvolvimento no próprio país, como seja a base de dados (LCA), elemento auxiliar preparada paralelamente ao Método SBTool<sup>PT</sup>, conforme se teve a oportunidade de verificar no capítulo 3 (relacionado com o ciclo de vida dos materiais), em que foram contabilizados cinco das treze categorias de impactos ambientais, em conformidade com os critérios de avaliação definidos nas Declarações Ambientais de Produtos (EPDs).

#### **Enquadramento com a versão Internacional "BREEAM EUROPE" (Outubro de 2009):**

- ✓ Na nova versão internacional, os créditos relacionados aos critérios Mat 1 e Mat 2, podem ser adquiridos através de duas opções:
  - ✓ Opção 1: Através do "Green Guide to Specification"
  - ✓ Opção 2: Através de outras ferramentas de análise do ciclo de vida, reconhecidas no país.

<sup>23</sup> SimaPRO – Software de Análise do ciclo de vida, desenvolvida nos Países Baixos, pela PRÉ Consultants. Actualmente encontra-se distribuída em mais de 60 países. É a ferramenta mais conhecida globalmente para avaliar o ciclo de vida do produto, processos e serviços.

<sup>24</sup> Banco BEDEC – Desenvolvida pelo Instituto de Tecnologia da Construção da Catalunha (ITEC), esta ferramenta possui um banco de dados com mais de 375.000 informação de produtos de construção, que vão desde preços, empresas fornecedoras à informações ambientais ( custos energéticos, emissões e resíduos).

**Enquadramento com a versão Internacional "BREEAM EUROPE" (Outubro de 2009):**

- ✓ Não foi realizado nenhuma alteração / adaptação do critério (Mat 6) na nova versão internacional.

**Mat 5 – Materiais com reduzidos impactos**

Este critério refere-se à utilização de materiais certificados ou resultantes de fontes renováveis em, pelo menos, 80% dos materiais utilizados em obra, o que inclui uma vasta variedade de materiais de construção (naturais ou sintéticos).

Apesar da controversa discussão que poderia advir da adaptação destes critérios para a realidade Portuguesa, devido ao reduzido enquadramento em relação ao mercado Nacional (ainda pouco adepto de processos de certificação de materiais), este critério não foi aprofundado neste trabalho, em muito, devido ao acesso restrito a determinadas informações, que apenas se encontram disponíveis para os assessores licenciados pela Instituição (BRE) (Exemplo: **Responsible Sourcing Calculator**- Ferramenta de cálculo para facilitar a avaliação deste critério).

**Enquadramento com a versão Internacional "BREEAM EUROPE" (Outubro de 2009):**

- ✓ Não foi realizado nenhuma alteração / adaptação do critério (Mat 5) na nova versão internacional.

**Wst 2 – Agregado reciclado**

Este critério reconhece e encoraja a utilização de agregado reciclado<sup>25</sup> ou agregado secundário<sup>26</sup> na construção, no intuito de reduzir o consumo de recursos naturais.

O objectivo é substituir 25% (peso ou volume) do total de agregado utilizado no edifício ("*High grade aggregate*"<sup>27</sup>). O agregado pode ser obtido:

- No local,

---

<sup>25</sup> Agregado reciclado: Agregados adquiridos através do processo de construção e demolição, incluindo a manutenção de estradas e escavações.

<sup>26</sup> Agregado secundário: Agregados adquiridos através do processo pós-industrial e pós-consumo (não resultante do sector da construção), sendo na sua maioria resíduos de carácter regional. Inclui cinzas volantes, resíduos cerâmicos, vidro reciclado, plástico reciclado, pneus, escória, entre outros.

<sup>27</sup> "High grade aggregate" consideram-se: elementos construtivos, piso térreo, pisos intermediários, pavimento betuminoso, camada de regularização. Fora do limite do edifício, estão associados aos: pavimentos, camadas granulares compactas, base e sub-base, fundações do edifício, assentamento das canalizações e pavimento com britas soltas.

- II. Através de resíduos de construção, demolição e escavação (RCD& E) produzidos num raio de trinta quilómetros do local.
- III. Agregados secundários obtidos através de resíduos (pós-consumo) e desperdícios (da produção industrial).

**a) Identificação das eventuais dificuldades:**

As principais dificuldades destes critérios foram identificadas através de uma lista de opções sugeridas pelo BREEAM, que são as seguintes:

- I. “Utilizar agregado obtido no local”. Este seria possível através das seguintes formas:
  - Aproveitamento de resíduos produzidos durante a reconstrução e/ou revitalização - solução que mais facilmente permite alcançar a percentagem exigida (25%). No entanto, não se aplica ao caso de estudo (DVB), pois este define-se como uma nova construção, em terreno desabitado.
  - Utilização de resíduos obtidos com a escavação ou com resíduos de construção e demolição no local – Verifica-se como bastante comum, o reaproveitamento dos solos e rochas das escavações na própria obra, ou em outras obras. Raramente este recurso é reencaminhado para aterros, sendo na sua maioria utilizado como enchimento, compactação dos solos e sub-base dos arruamentos exteriores da obra, o que acaba por limitar, muitas vezes, a sua utilização para o referido destino – agregados em camada não ligadas de pavimentos. Para se ter uma melhor concepção do que esta quantidade representa numa determinada obra, apresenta-se, na figura 8.3, o exemplo do caso de estudo (DVB), onde mais de 86% dos agregados utilizados foram incorporados no edifício (Contenção, fundações e estrutura) em betões de ligantes hidráulicos. No que respeita aos arruamentos exteriores (agregados utilizados para base e sub-base), estes apresentam uma expressão máxima de 14% em termos de utilização de agregados na obra, ou seja, valor inferior aos exigidos pelo BREEAM (25%).

Quanto aos restantes resíduos de construção da própria obra, tais como o betão (exemplo: cabeça de estacas), tijolos, telhas e cerâmicos, verificam-se as seguintes dificuldades durante a sua utilização directa:

- Realizar uma previsão da quantidade de resíduos que serão produzidos. Numa obra onde existe um controlo rigoroso da qualidade, a produção de resíduos tende a ser reduzida, e quando assim é, na maioria das vezes, esses resíduos são insuficientes para cumprir os 25% estipulados pelo BREEAM;

- Admitir os encargos adicionais associados ao procedimento de separação, trituração e ensaios necessários;
- Conjuguar a sua produção e utilização com o cronograma definido para a obra.

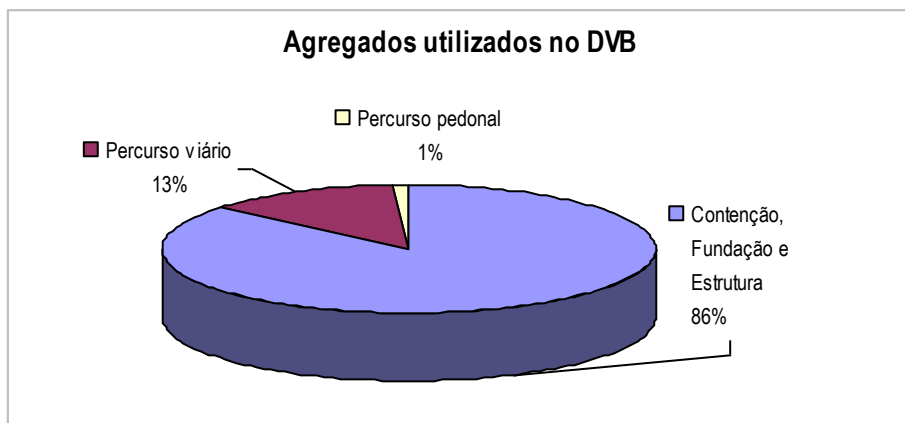


Figura 8.3- Percentagem de agregados utilizados no DVB

II. Resíduos (RCD & E) obtidos num raio de trinta quilómetros do local.

Em Portugal, verifica-se um reduzido número de empresas que comercializam resíduos de construção e demolição, o que dificulta o cumprimento deste critério. Exemplo de empresas de referência identificadas: Ecolabor (Sintra), Valnor (Porto Alegre) e Retria (Valongo).

Outra solução passaria por identificar as eventuais obras na proximidade do estaleiro, a fim de conjuguar a recepção dos seus resíduos que poderiam ser reaproveitados.

III. Agregados secundários obtidos através de resíduos (pós-consumo) e desperdícios (da produção industrial).

Este item define-se como a alternativa mais apropriada a cumprir. No entanto, na prática, poucas empresas fornecem informações referentes ao conteúdo reciclado utilizado em determinados produtos. Na tentativa de alterar este cenário, a Agência Portuguesa do Ambiente está a promover, através do Projecto *Remade*, e como associada à MATREC<sup>28</sup>, a divulgação e o reconhecimento de produtos que contenham na sua composição mais de 50% de agregados reciclados. Apesar da louvável iniciativa, esta revela-se ainda como bastante recente, sendo grande parte dos produtos divulgados pela MATREC, materiais não produzidos/ disponíveis em Portugal.

Uma alternativa bastante comum, e que poderia auxiliar no cumprimento deste critério, seria a utilização de cinzas volantes durante a produção de betão. No entanto, algumas empresas

<sup>28</sup> Informações disponíveis no site: <http://www.remadeinportugal.pt> e <http://www.matrec.pt>.

cimenteiras referem-se à reduzida e inconstante disponibilidade deste produto proveniente das centrais termoeléctricas. Devido ao incremento de outras formas de produção de energia com menores emissões de CO<sub>2</sub>, a produção de energia através de centrais termoeléctricas tenderá a diminuir, e consequentemente, a produção de cinzas volantes será reduzida. Além disso, prevê-se a utilização de grande parte destas cinzas volantes na construção das novas hidroeléctricas (EDP), que foram recentemente adjudicadas em Portugal.

Outra dificuldade identificada quanto à utilização das cinzas volantes, ou em relação a outro ligante substituto do Cimento, resulta da forma como esta acção se pode tornar inexpressiva numa análise global, tendo em conta que os cálculos são definidos por peso ou por volume.

**b) Como o tema abrangido neste critério (Wst2) é analisado em outras Ferramentas Voluntárias de Sustentabilidade:**

Na maioria das ferramentas analisadas, verificou-se a preocupação em definir a redução de matérias-primas, através da utilização de conteúdos reciclados, destacando-se:

- LEED-NC (versão 3):

**MR Credit 4 – Conteúdo reciclado (10% a 20% baseado no custo)**

Incentiva a utilização de produtos que possuem conteúdos reciclados (em conformidade com a norma ISO14021<sup>29</sup>). A comprovação do critério é realizada através da soma do conteúdo reciclado pós-consumo mais a metade do conteúdo reciclado pré-consumo, ou seja pelo menos 10 a 20% (com base no custo) do total de materiais implementados. Excluem-se, desta análise, os materiais eléctricos, mecânicos e peças de elevadores.

O valor do conteúdo reciclado incorporado num material deve ser calculado através do seu peso. A fracção reciclada do material é multiplicada pelo custo do material (composição) para determinar o valor do conteúdo reciclado. Ou seja, se o conteúdo do material representa, por exemplo, trinta por cento do peso do material, nesse caso, multiplica-se este valor pelo custo total da composição do material.

- SBTtool<sup>Pt</sup>

**Parâmetro P10: Percentagem em peso do conteúdo reciclado do edifício.**

Este critério incentiva a utilização de materiais reciclados, dentro e fora do local de construção.

O processo de cálculo deste critério efectua-se através de uma tabela auxiliar, onde é definido o

---

<sup>29</sup> De acordo com a ISO14021, o conteúdo reciclado pode ser proveniente do pré-consumo (define-se pelo resíduo gerado durante uma processo de produção) e do pós-consumo (resíduo gerado durante a fase de utilização e que não esteja a cumprir a função principal para que foi destinado).



"Benchmarking" do conteúdo reciclado de diferentes materiais de construção (valor expresso em % de massa, em conformidade com níveis de prática corrente e a melhor prática possível). A Avaliação deste critério é concluída com o preenchimento da tabela com os materiais utilizados em obra.

Os requisitos deste critério manifestam-se bastante semelhantes aos definidos pelo BREEAM. No entanto, define um outro parâmetro (P12) somente utilizado para analisar possíveis substitutos do cimento (como, por exemplo, cinzas volantes).

**Parâmetro P12:** *Percentagem em massa de materiais substitutos do cimento no betão.*

O objectivo deste critério é incentivar a utilização de substitutos de cimento por outros ligantes, durante a fabricação do betão, como, por exemplo, as cinzas volantes provenientes de centrais termoeléctricas. Este critério é também muito similar a uma das alternativas disponibilizadas pelo BREEAM, ao referir-se à utilização de agregados secundários. No entanto, o processo de cálculo proposto pelo SBTool<sup>PT</sup> para realizar a avaliação final baseia-se somente na percentagem em massa do material substituto comparado ao total de ligantes utilizados, o que parece bastante mais coerente, pois, apesar do impacto positivo que poderia causar esta substituição, este não teria influência dentro de uma determinada escala, definida por peso e volume, proposta pelo BREEAM.

- LiderA

**Critério C14 – Materiais de baixo impacto.**

Este critério privilegia a utilização de materiais com reduzido impacto. Verificando desta forma (em percentagem, face ao total) os materiais que são certificados, de baixo impacto, reciclados e/ou renováveis.

Enquanto nas anteriores ferramentas, se verificam diferentes indicadores e especificidades para analisar os materiais, este critério define-se como bastante abrangente, o que vem dificultar a comparação com as exigências definidas nas anteriores ferramentas. Ou seja, não foi identificado nenhum critério desenvolvido especificamente para analisar os materiais com conteúdos reciclados.

c) **Solução de adaptação a aplicar**

O modelo mais adequado para a adaptação do critério Wst2, considera-se o proposto pela Ferramenta SBtool<sup>PT</sup>, ou seja, através da definição de dois critérios distintos foi possível premiar a utilização de agregados reciclados, quer numa perspectiva de diferentes materiais, quer somente na

perspectiva do cimento. A ferramenta LEED também encontra uma solução bastante coerente, ao definir a percentagem do agregado reciclado em função do custo. Assim, ao invés do peso, torna a análise mais equilibrada, sobretudo quando se compara, por exemplo, um suplente do cimento (mais leve) em relação a um agregado que venha a substituir uma matéria-prima mais densa, como a brita.

Com base nas referências apresentadas, e tendo em conta que o BREEAM somente disponibiliza um crédito para este critério, considera-se satisfatório identificar as diferentes alternativas para alcançar o crédito, ao invés do cumprimento de 25% do peso ou volume, de agregado reciclado em função do total de materiais de construção utilizados (dentro ou fora do limite do edifício). Ou seja, em primeiro lugar, considera-se válida a separação dos requisitos em objectivos distintos para os materiais construtivos (dentro do limite do edifício), bem como em objectivos para fora do limite do edifício.

Neste sentido, considera-se como proposta o cumprimento de **um** dos seguintes requisitos:

- Pelo menos 70% do peso total dos agregados utilizados fora do limite do edifício (enchimento/pavimento), sejam substituídos por agregados reciclados e secundários. Assim, consideram-se nesta análise, os solos e rochas obtidos durante a escavação, os resíduos gerados e acumulados durante a construção e os pavimentos pré-fabricados que possam ser adjudicados durante a obra;
- Pelo menos 10%<sup>30</sup> do custo total dos materiais de construção seja investido em materiais com agregado reciclado ou secundário. Este refere-se somente aos materiais de construção utilizados dentro do limite do edifício. O cálculo deverá ser semelhante ao definido pelo LEED, sem a particularidade de definir valores distintos para agregados pré e pós-consumo.

#### Enquadramento com a versão Internacional "BREEAM EUROPE" (Outubro de 2009):

- ✓ Não foi realizado nenhuma alteração / adaptação do critério (Wst 2) na nova versão internacional.

#### Pol1 e Pol3- Refrigerante GWP (Global Warning Potencial).

A princípio pensou-se que estes dois critérios estariam inadaptados à realidade nacional, no entanto, apesar de serem bastante exigentes, não se verificam como inadaptados.

---

<sup>30</sup> Valor mínimo, definido como objectivo pela Ferramenta do LEED-NC (Versão 3).

Os gases utilizados no DVB, R134a e R410a, apesar de serem considerados "gases ecológicos", não cumprem as exigências do BREEAM (GWP <5). O R134A é uma boa solução no que se refere à não utilização de CFC-11 (obtendo um ODP (ozone depletion potential) = 0), no entanto, ainda tem um GWP=1300.

Sugestões aconselhadas pelo BREEAM e LEED: possíveis opções disponibilizadas no mercado. Dentre estas opções, destacam-se: Sistemas AVAC sem refrigerantes ou seja, à base de água, CO<sub>2</sub> (R744), amónia (R717) e hidrocarboneto, e outros gases ainda em estudo, tais como: R123/R290.

Em termos regulamentares, não existe uma legislação em Portugal que limite os equipamentos à referência GWP < 5. No entanto, verificou-se a definição de regulamentos para substâncias específicas como, por exemplo, o Regulamento (CE) nº 2037/2000 de 29 Junho, que limita a produção e a comercialização de substâncias que contenham CFCs.

**Enquadramento com a versão Internacional "BREEAM EUROPE" (Outubro de 2009):**

- ✓ Não foram realizadas alterações / adaptações dos critérios Pol 1 e Pol3 na nova versão internacional.

**Pol 7 – Redução da poluição provocada pela iluminação nocturna**

A única incompatibilidade identificada neste critério, refere-se ao horário estipulado para controlo e ausência de iluminação nocturna (excepto lâmpadas de segurança), definido entre as 23 horas e as 7 horas.

Tendo em conta que o horário de fecho dos Centros Comerciais é, geralmente, às 24 horas, aconselha-se esta ligeira adaptação horária.

**Enquadramento com a versão Internacional "BREEAM EUROPE" (Outubro de 2009):**

- ✓ O critério Pol7, na nova versão internacional, encontra-se descrito de forma mais objectiva, no entanto, os requisitos exigidos continuam os mesmos.

Este capítulo faz referência aos critérios do BREEAM, que durante o processo de internacionalização, deveriam ser adaptados à realidade de cada País. O facto de esta ser uma ferramenta Britânica, e estar enquadrada com princípios comuns à União Europeia, facilitou o enquadramento regulamentar de muitos dos critérios definidos (critérios pertencentes ao Grupo A), fundamentalmente devido ao facto de os objectivos desses critérios serem muito semelhantes aos

de outros países-membros. Quanto aos critérios do Grupo B, a adaptação foi mais dificultada pois estão enquadrados pelo comportamento humano e climatológico britânico, não se adaptando facilmente à realidade Portuguesa. No entanto, na versão internacional, observa-se um esforço de adaptação de alguns dos critérios identificados como inadaptados neste trabalho, tais como pode ser observado no critério Ene1, Tra3, Mat 1 e Mat 2.

De qualquer forma admite-se que num processo de internacionalização os critérios devem ser mais flexíveis e permissíveis às novas propostas de adaptação e substituição de critérios (desde que estas mantenham o rigor e a coerência dos mesmos).



## **CAPÍTULO 9 – CRITÉRIOS SEM A ANÁLISE DO RETORNO DO INVESTIMENTO**

### **9.1 Introdução**

A implementação de parâmetros de qualidade tem sido incutida cada vez mais no mercado da construção. Apesar de repercutirem indirectas e inexpressivas vantagens económicas para o promotor, muitas das vezes estes são introduzidos no projecto como elemento diferenciador. Isto deve-se a um mercado cada vez mais competitivo e exigente, e que assim reconhece esses parâmetros como factores tangíveis para a valorização do imóvel.



Os critérios pertencentes ao Grupo C que serão abordados neste capítulo, também devem ser visualizados nesta perspectiva, ou seja, como um indicador de qualidade e de sustentabilidade ambiental. Um exemplo concreto, refere-se aos materiais de construção, e como uma adequada escolha por produtos sustentáveis poderá conduzir à utilização de materiais mais duráveis, menos tóxicos, com menor energia incorporada e consequente redução de emissões de CO<sub>2eq</sub>. Por serem habitualmente mais caros, e ainda existir pouca informação disponível por parte dos seus fabricantes, faz com que a procura destes produtos ainda não esteja devidamente incutida / incentivada como um parâmetro de escolha para o cliente final.

Neste trabalho, descrevem-se todos os critérios que foram introduzidos durante a análise, e que foram necessários para aumentar a classificação do caso de estudo (da proposta inicial – Cenário 2, para os Cenários 3 (1ª Intervenção) e 4 (2ª Intervenção)). Também serão apresentados os investimentos iniciais associados, bem como os benefícios ambientais (redução das emissões de CO<sub>2eq</sub>) resultantes da sua introdução no projecto (ver tabela 9.1).

Tabela 9.1 - Critérios abrangidos pelo Grupo C (quantificação complexa, mas com elevado valor ambiental)

Grupo C		Critérios também contemplados em outros grupos	Relacionados com a Fase de prospecção	Critérios contemplados na análise
<b>Management section credits</b>				
Man1	Commissioning	Grupo A - PE		
Man3	Construction Site impacts	Grupo A - PE/ R		
Man4	Building user guide	Grupo A - PE		
<b>Health &amp; wellbeing section credits</b>				
Hea1	Daylighting			
Hea2	View out			
Hea3	Glare control			
Hea5	Internal and external lighting level	Grupo A - PE		
Hea6	Lighting zones & control			
Hea7	Potencial for natural ventilation			
Hea8	Indoor Air Quality	Grupo A - PE/ R		
Hea9	Volatile Organic Compounds	Grupo A - R		
Hea10	Thermal confort	Grupo A - R		
Hea11	Thermal zoning	Grupo A - R		
Hea13	Acoustic performance	Grupo A - R		
Hea14	Office space			x
<b>Energy section credits</b>				
Ene6	Building fabric performance & avoidance of air infiltration	Grupo A - R		
<b>Transport section credits</b>				
Tra1	Provision of public transport		x	
Tra2	Proximity to amenities		x	
Tra3	Cyclist Facilities			x
Tra4	Pedestrian and cycle safety			x
Tra5	Travel plan			
Tra7	Travel information space			x
Tra8	Deliveries and manoeuvring			

Tabela 9.1 (Cont.) - Critérios abrangidos pelo Grupo C (quantificação complexa, mas com elevado valor ambiental)

Grupo C	Critérios também contemplados em outros grupos	Relacionados com a Fase de prospecção	Critérios contemplados na análise
<b>Water section credits</b>			
Wat3 Major leak detection			x
<b>Materials section credits</b>			
Mat1 Materials Specification - Major building elements	Grupo B		
Mat2 Hard landscaping and boundary protection	Grupo B		
Mat5 Responsible sourcing of materials	Grupo B		
Mat6 Insulation			x
<b>Waste section credits</b>			
Wst2 Recycle aggregates	Grupo B		
Wst5 Composting			x
<b>Land User &amp; ecology section credits</b>			
LE1 Reuse of land		x	
LE2 Contaminated land		x	
LE3 Ecological value of site and Protection of ecological features		x	
LE4 Mitigating ecological impacts		x	
LE5 Enhancing site ecology		x	
LE6 Long term impact on biodiversity		x	
<b>Pollution section credits</b>			
Pol4 NOx emissions from heating source			
Pol5 Flood risk		x	
Pol7 Reduction of night time light pollution	Grupo B		
Pol8 Noise attenuation	Grupo A - R		
Total: 34 critérios Critérios contemplados no Grupo A: 11 critérios Critérios a serem analisados: 7			
<b>Legenda</b>  Critérios Obrigatórios  Critérios não contemplados no caso de estudo pela inexistência de escritórios >500m <sup>2</sup> (requisito obrigatório para análise dos mesmos). Todos estes critérios estão contemplados no critério Hea 14 ( para escritórios com área inferior a 500m <sup>2</sup> )			

Assim sendo, tentou justificar-se alguns investimentos realizados neste grupo, através da quantificação das emissões de CO<sub>2eq</sub> (emissões directas e indirectas) que poderiam ser evitados. Desta forma, sempre que possível, os custos e benefícios destes critérios (convertidos em CO<sub>2eq</sub>) foram analisados como medidas de investimento utilizando recursos internos, através de uma espécie de “Banco de Carbono”, e que virá a ser desenvolvida internamente na empresa co-financiadora deste projecto.

Tem-se tornado habitual, por parte de empresas com políticas mais responsáveis, o investimento em compensações de emissões (offset) de CO<sub>2eq</sub>, e em projectos fora do limite do empreendimento, quer seja através do financiamento de reflorestamento e preservação de florestas tropicais, quer de cultivo de pastagens e produção de algas. O que se pretendeu neste estudo foi criar mecanismos de compensação dentro da própria empresa, ou seja, uma espécie de compensação “on-site” e



directa. Este mecanismo consiste na contabilização das emissões de CO<sub>2eq</sub> nos empreendimentos existentes, verificar o que se pretende compensar (convertido em euros), e aplicar este valor no “Banco de Carbono”, que serviria como meio de financiamento de boas práticas em novos empreendimentos (medidas com elevado valor ecológico, mas sem benefícios financeiros directos). Além da compensação de CO<sub>2eq</sub>, este mecanismo poderia trazer um importante contributo para criar novos hábitos construtivos e futuros empreendimentos com menores impactes.

Neste sentido, e conforme referido no capítulo 7, pretende apresentar-se neste estudo os critérios com valores éticos que possam trazer benefícios para além do limite do projecto. Como se poderá verificar, estes critérios são relevantes para o projecto, bem como para a sua envolvente, no entanto, numa óptica financeira, acabam por se tornar pouco atractivos pois não se identificam, de forma directa, os seus benefícios, tais como as medidas abrangidas pelo grupo D, que mais à frente serão apresentados.

Nas secções seguintes, apresentam-se os critérios do Grupo C, organizados pelas seguintes categorias: saúde e bem-estar, transporte, água, materiais e resíduos.

## **9.2 Critérios relacionados com a saúde e o bem-estar (acções que cumprem os critérios estabelecidos)**

### **9.2.1 Iluminação natural nos escritórios (Hea14)**

**Descrição:** Este critério refere-se às medidas que possam garantir a qualidade do ambiente interior nos escritórios de centros comerciais (os três créditos deste critério, estão apenas disponíveis para escritórios com área inferior a 500 m<sup>2</sup>). Para adquirir os créditos atribuídos por esta categoria, foi necessário demonstrar que 80% da área do escritório está de acordo com os seguintes números de requisitos:

**1 Crédito** – conformidade com três de um total de sete requisitos;

**2 Créditos** – Conformidade com cinco de um total de sete requisitos;

**3 Créditos destinados à Inovação** (gratificação extra) – Conformidade com o total de requisitos.

Os requisitos são definidos pelas seguintes acções:

- a. Iluminação natural - Espaços com ocupação permanente (superior a 30 minutos, devem ser providos de iluminação natural com factor de luz do dia (médio) superior a 2%;
- b. Os espaços deverão ser providos com vista para o exterior;

- c. As áreas envidraçadas deverão ser providas com controlo solar (manual);
- d. A iluminação artificial deve ser definida por zona e ser controlada pelos ocupantes;
- e. Os espaços com maior permanência deverão ser providos de ventilação Natural;
- f. Os espaços deverão possuir apropriados níveis de conforto térmico;
- g. As salas deverão possuir boa performance acústica.

O objectivo neste critério foi alcançar a totalidade dos créditos (ou seja, 3 créditos). Como na proposta inicial do caso de estudo DVB, somente o *item a* (Iluminação natural com FLD > 2%) não estava a ser cumprido na proposta inicial, pretendeu-se neste caso, cumprir os requisitos mínimos de factor de luz do dia (superior a 2 %) conforme estabelecido pelo requisito.

Através do cálculo dos níveis de iluminação natural, realizado com o software *Energyplus* pela empresa Fluidinova, verificou-se que as salas de reunião, que correspondem a 40% da área dos escritórios (excluindo a sala de segurança), obtiveram níveis de iluminação bastante reduzidos devido à ausência de luz directa do exterior.

Neste sentido, e de forma a obter a pontuação máxima disponível para este critério, propôs-se a aplicação de clarabóias, sendo assim designado o sistema tipo SOLATUBE® 21 DS “ (Ø 53 cm) com base de cobertura metálica. A referida solução deveria ser aplicada sobre superfície plana com difusor prismático redondo em suspensão (ver figura 9.1), e introduzido em duas salas de reunião e parte da Central de segurança (como poderá ser verificado na figura 9.2). Cada equipamento individual tem a capacidade de iluminar aproximadamente uma área de 40 m<sup>2</sup>.



Figura 9.1- Sistema SOLATUBE 21 (Ø 53 Cm) (Fonte: Polirígido, 2008)

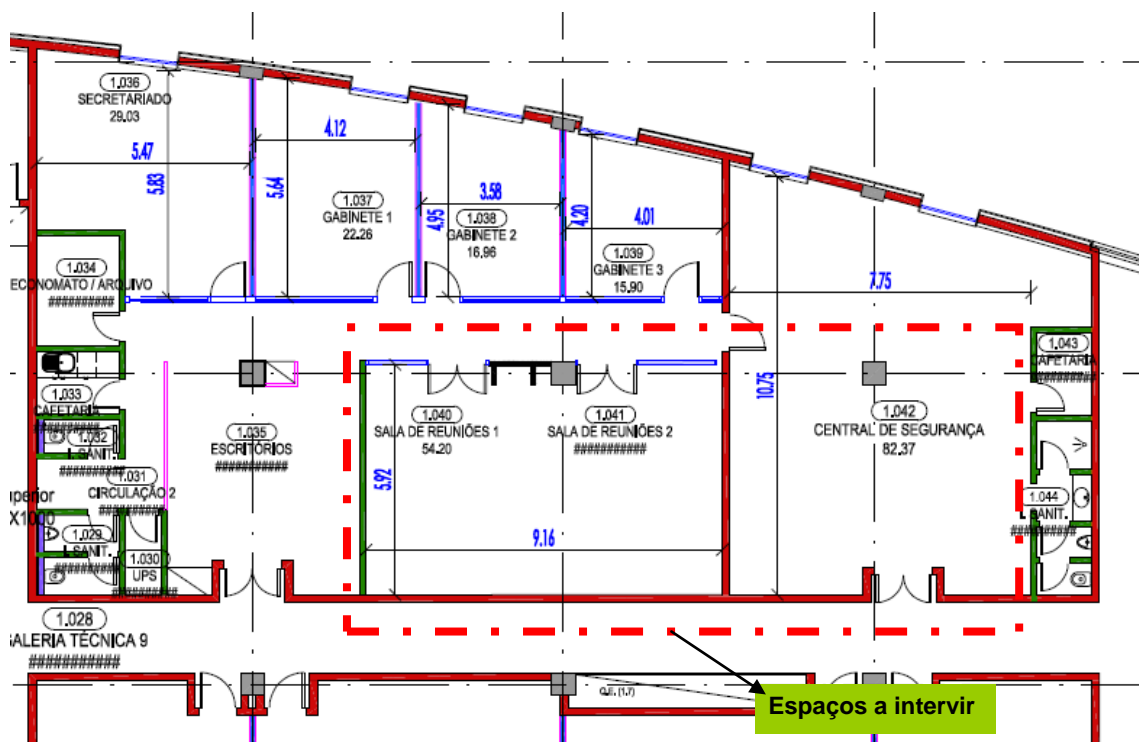


Figura 9.2 – Planta do escritório do DVBriga e em destaque a sala de reunião e central de segurança, onde foi proposto a instalação do sistema SOLATUBE.

**Créditos disponíveis: 3 créditos**

**Custos associados:** Foram reportados os encargos associados à instalação de três sistemas tipo SOLATUBE, sendo esse o número suficiente para o cumprimento do critério. A escolha por este sistema, além de ter sido a escolha do dono da obra, revelou-se como o sistema mais apropriado para permitir a entrada da luz ao mesmo tempo que são filtrados os raios ultra-violetas nocivos.

Para realizar o cálculo do investimento necessário, considerou-se a instalação de três SOLATUBE 21 DS (Ø 53 cm). O facto de os escritórios estarem localizados no piso mais elevado do Centro Comercial, ou seja, em contacto directo com a cobertura, fez com que os encargos fossem menos dispendiosos durante a instalação destes sistemas, devido à reduzida extensão da tubagem.

Com base num contacto com um fornecedor destes equipamentos, realizado em Junho de 2009, obteve-se a seguinte cotação:

- Com **0.97** metros de comprimento de tubo reflector: Preço por unidade: **€703** + IVA 21%
- Com **5.00** metros de comprimento de tubo reflector: Preço por unidade: **€2044** + IVA 21%
- Cada extensão (adicional) de 0,60 metros tem um custo de €145 aproximadamente.

Com base nestes valores e tendo em conta que serão necessários a aplicação de 3 sistemas “tipo SOLATUBE 21 DS” com extensão de 2,50 metros de comprimento (os escritórios possuem 7 metros

de pé-direito, sendo aproximadamente 2,50 metros reservados para passagem de condutas técnicas no tecto), o investimento aproximado para alcançar os créditos máximos do HEA14 foram aproximadamente € 3.500,00 (três mil e quinhentos euros) + IVA (investimento 1% superior ao custo inicialmente previsto para a construção da área da administração).

**Benefícios associados:** Através do cumprimento deste critério, verificaram-se as seguintes vantagens:

- Aumento da qualidade do ambiente interior, proporcionando assim um maior conforto e produtividade dos ocupantes;
- Redução do consumo energético em iluminação artificial durante os períodos do dia, além de não contribuir para o aumento do consumo em climatização. Isto deve-se, à presença de dois difusores que têm a função de bloquear eventuais transmissões térmicas (ver na tabela 9.2 os valores de SHGC<sup>31</sup> e U-factor (Coeficiente de Transmissão térmica)).

Tabela 9.2- Características térmicas dos difusores utilizados no SOLATUBE (Fonte: Polirígido, 2008)

Mod. Difusor	SHGC	U-FACTOR
Optiview	0,33	0,43
Vusion	0,35	0,43
Vidro duplo	0,76	1,40

Ao reduzir os consumos com a iluminação artificial, verificou-se uma consequente redução de gases com efeito de estufa, bem como de outros prejudiciais à saúde humana. De acordo com um estudo realizado pela *International Solar Energy Society*, a utilização de cada unidade de SOLATUBE, poderia evitar entre 3 a 10Kg de CO<sub>2</sub> e até 11,77Kg de gases nocivos por ano (ver tabela 9.3).

Tabela 9.3 - Emissões evitadas (kg/ano) com a instalação de uma unidade SOLATUBE na substituição de iluminação artificial em horas do dia (Fonte: Polirígido, 2008)

Solatube Modelo	Produção Luz (Lumens)	CO <sub>2</sub> emissão para a atmosfera	NO <sub>2</sub> emissão para a atmosfera	SO <sub>2</sub> emissão para a atmosfera	TOTAL ANO
25cm	3.750	3,06 Kg	0,31 Kg	0,31 Kg	3,68 Kg
35cm	6.500	5,30 Kg	0,53 Kg	0,53 kg	6,36 Kg
53cm	12.000	9,81 Kg	0,98 Kg	0,98 Kg	11,77 Kg

No caso do DVBraga, com a colocação dos três sistemas e a considerar a substituição de 4 luminárias L37 e 2 luminárias L36 durante um período estimado de 7h/dia verificou-se uma redução de aproximadamente **279,92 KgCO<sub>2eq</sub> /ano**.

<sup>31</sup> SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) – mede a característica de bloquear o calor produzido pela luz solar. Quanto menor o valor, menor o consumo energético em arrefecimento.

### 9.3 Critérios relacionado com os meios de transporte (acções que cumprem os critérios estabelecidos)

#### 9.3.1 Instalações para ciclistas (Tra 3)

**Descrição:** Este critério encontra-se descrito no capítulo dos critérios inadaptados (capítulo 8). Nesta análise foram identificados os encargos associados à proposta de adaptação, ou seja, em relação à instalação de 50 vagas para bicicletas, que estarão localizados nos estacionamentos do piso 0 do caso de estudo (DVB) (ver nas figuras 9.3 e 9.4, os exemplos propostos).

O facto desta medida ter sido prevista em fase inicial do projecto, fez com que parte do investimento com infra-estruturas necessárias (chuveiros e cacifos), fossem desconsideradas da análise, pois conjugaram-se as referidas necessidades de forma integrada com outras medidas já previstas no projecto. Um destes exemplos foi o aproveitamento e adaptação dos espaços afectos às instalações sanitárias propostas para os funcionários, de forma a contemplarem a colocação dos respectivos cacifos (com tamanhos especificados) e chuveiros.

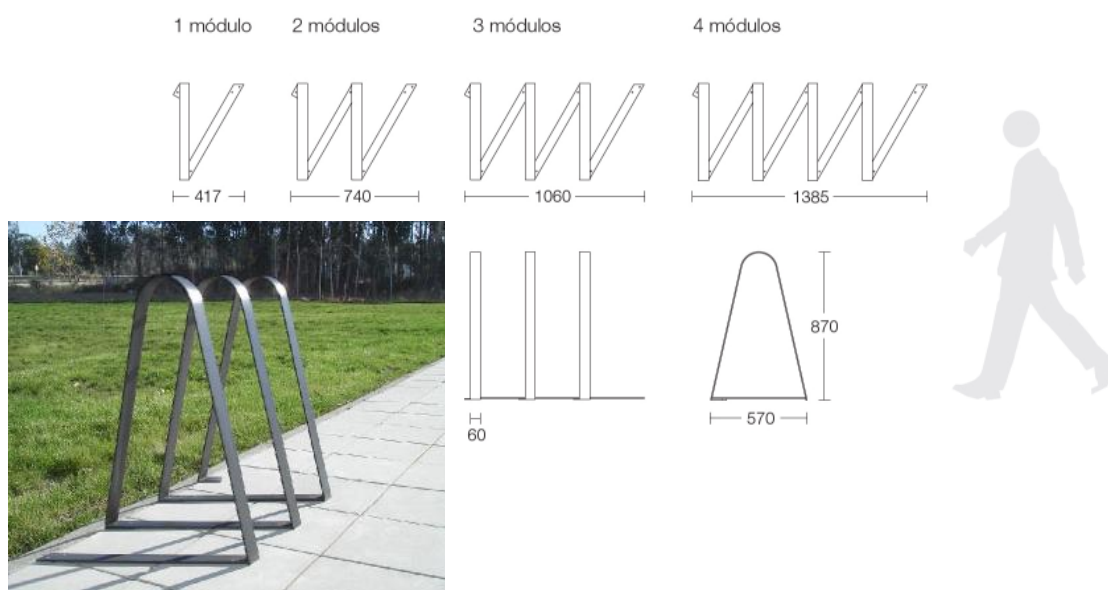


Figura 9.3- Sistemas proposto para o caso de estudo: estacionamento triângulo (Laurus)



Figura 9.4- Sistema alternativo (mais económico) (Marca Doublet)

### Créditos disponíveis: 2 créditos

**Custos associados:** Foram reportados os encargos associados à instalação de 50 vagas de estacionamento, de forma a cumprir a primeira fase da proposta de adaptação (ver critérios inadaptados no capítulo 8) (ver tabela 9.4). O estudo teve como referência o sistema Tipo “Doublet” apresentado na figura 9.4, sendo que este representa uma solução simples, mas que se enquadra perfeitamente na localização proposta (estacionamento coberto - piso 0). Pensou-se inicialmente em instalar estes mobiliários nos estacionamentos exteriores, no entanto, como estes seriam mais dispendiosos e requereriam maiores cuidados estéticos, devido à instalação de abrigos cobertos e medidas de segurança adicionais, considerou-se mais apropriado aproveitar os recursos disponíveis nos estacionamentos cobertos (entre estes: adequada iluminação, sistemas de videovigilância e proximidade com os principais acessos ao Centro Comercial). O aproveitamento das instalações anteriormente propostas resultou num investimento residual, quando comparado com os encargos previstos para o mobiliário e áreas exteriores do projecto.

Tabela 9.4 - Custos associados ao estacionamento para bicicletas.

Descrição	vagas requeridas	Equipamentos necessários	custo unitário	custo total
Parqueamento de bicicletas com 5 lugares	50	10	85,00 €	850,00 €

**Benefícios associados** - Através do cumprimento deste critério, verificaram-se as seguintes vantagens:

- Encorajar o uso de bicicletas, e deste modo contribuir para a redução do número de automóveis em circulação, redução das emissões de gases poluentes e incremento da qualidade urbana;
- Contribuir para os objectivos da Agenda 21, no que se refere ao desenvolvimento de cidades mais sustentáveis;
- Promover a prática do desporto, contribuindo desta forma para a melhoria e qualidade da saúde pública.

De forma a quantificar os possíveis benefícios do uso das bicicletas, enquanto meio de transporte, definiu-se uma simulação com o intuito de verificar as emissões de CO<sub>2</sub>eq que poderiam ser evitadas, e utilizando o número de vagas previstas numa primeira fase (50 vagas).

Definiu-se desta forma um cenário bastante conservador e composto pelas seguintes características:

No caso de uma família composta por 4 pessoas, residentes no centro de Braga, e tomando a decisão de se deslocarem ao DVB de bicicleta em vez de utilização de um carro, poder-se-á

desenvolver uma aproximação conservadora de emissões de CO<sub>2eq</sub> evitadas. Assim consideraram-se os seguintes dados:

- Distância média entre Centro de Braga ao DVBraga: 3 Km
- Consumo em litros por 100 km de um carro a gasóleo: 8l/100Km
- Factor de KgCO<sub>2</sub> por litro de gasóleo: 2,780 KgCO<sub>2</sub>/Litro

Emissões de CO<sub>2</sub> evitadas por esta família num dia de domingo (ida e volta): **1,33KgCO<sub>2</sub> por dia por carro (gasóleo).**

Partindo da referida informação de base, e transpondo-a para o limite de vagas estipuladas (50 vagas), bem como supondo que este ocorra pelo menos num dia da semana (por exemplo, todos os domingos do ano), nestas circunstâncias seria alcançado o seguinte resultado:

Dados a considerar (além dos pressupostos anteriores):

- Considerando que 4 vagas de bicicletas ocupariam o espaço de um carro: 50 vagas poderiam evitar a circulação de aproximadamente **12 carros**. Considerou-se que durante às 14 horas de funcionamento diário de um centro comercial, funcionam 2 períodos principais afectos à rotação de visita de clientes, pressupõe-se a multiplicação de 12 por 2, atribuindo assim um total de **24 carros para o referido cálculo;**
- Número de domingos num ano: **52 dias.**

Num cenário definido como bastante conservador, as emissões de CO<sub>2eq</sub> potencialmente evitadas com a utilização das 50 vagas para bicicletas seriam de aproximadamente **1660 KgCO<sub>2eq</sub>/ano.**

### 9.3.2 Segurança para pedestres e ciclistas (Tra 4)

**Descrição:** Este critério prevê e encoraja a utilização de adequadas vias de circulação e acessos para pedestres e ciclistas no empreendimento. Desta forma, no Manual do Assessor do BREEAM, destacam-se alguns procedimentos que devem ser considerados durante o projecto, para a obtenção de até dois créditos independentes (ou seja, cada um dos créditos pode ser alcançado, mesmo que uma das faixas (ciclista ou pedestre) não esteja a ser contemplada). É importante ressaltar, que um dos requerimentos associados aos recursos cicláveis, se refere ao cumprimento de requisitos abrangidos no Guia disponibilizado no Reino Unido (*Guideline and Practical Details – issue 2* (Sustrain, 1997). Conforme referido no capítulo dos critérios inadaptados (capítulo 8), propõe-se o recurso a um guia alternativo, adaptado à realidade Portuguesa. Neste sentido, poder-se-á verificar abaixo alguns exemplos requisitados pelo BREEAM para a obtenção dos créditos.

1º Crédito – Requerimentos para percursos cicláveis:

- Definição de larguras mínimas das ciclovias:

- a. Quando conjugada com percursos pedonais, devem ter uma largura mínima de 3 metros;
  - b. Quando separadas de percursos pedonais, devem possuir uma largura mínima de 2 metros;
  - c. Quando conjugadas com carrinhos de compra, a via para ciclistas deve ter, no mínimo, 1.5 metros.
- As ciclovias devem permitir acesso directo aos parques para bicicletas (providenciados no empreendimento).

2º Crédito – Requerimentos para percursos pedonais:

- Promover acessos aos principais meios de transporte públicos e serviços disponibilizados fora do empreendimento e sinalização adequada;
- Promover zonas de desembarque e paragem de autocarro (drop-off), fora das vias de carros e com acessos directos ao passeio de pedestre;
- Promover desnível entre pisos, no caso de haver cruzamento entre o percurso pedonal e os carros (exemplo: a faixa de pedestres deverá estar mais elevada que a via de carros).

**Crédito disponível:** 2 créditos.

**Custos associados:** O estudo adequado de tráfego, de circulação e estacionamento foi previsto na fase inicial do projecto do DV Braga, com o intuito de cumprir o decreto – lei 12/2004 de 9 de Janeiro, e as exigências do Promotor, que assim encoraja o uso de transportes públicos entre trabalhadores e visitantes. Somente as ciclovias não estavam contempladas nestes estudos, no entanto, com a intervenção posterior do arquitecto paisagista (ainda em fase de projecto), aproveitaram-se as vias pedonais (com três metros de largura) e concretizou-se a diferenciação do piso sem alteração dos encargos iniciais.

Conclui-se que, desde que sejam previstos em fases iniciais do projecto, os encargos associados a este critério seriam nulos.

**Benefícios associados:** Os benefícios obtidos com esta medida são semelhantes aos defendidos no critério Tra3.



### 9.3.3 Posto de informação sobre horários de transportes públicos (Tra 7)

**Descrição:** Este critério vem assegurar a existência de um posto de informação no Centro Comercial, onde sejam disponibilizados, quer aos visitantes, quer aos trabalhadores, os horários (em tempo real) e outras informações referentes aos meios de transportes disponíveis no local. Este Posto de informação deveria estar bem acessível, e deveria existir sinalização no empreendimento que indicasse a sua localização.

**Crédito disponível:** 1 crédito

**Custos associados:** Não se verifica nenhum custo adicional com a introdução deste critério, desde que este seja previsto na proposta de sinalética, durante a fase de projecto (adjudicação da obra).

**Benefício associados:** critérios vêm complementar os benefícios associados aos critérios Tra3 e Tra 4.

## 9.4 Critérios relacionada com a gestão da água (acções que cumprem os critérios estabelecidos).

### 9.4.1 Sistema de detecção de fuga de água (Wat 3)

O objectivo deste critério é reduzir as fugas de água através da instalação de sistemas de detecção de fuga. Este sistema deverá possuir as seguintes características:

- Deverá abranger as principais redes de distribuição de água;
- O sistema de detecção de fuga de água deverá ser:
  - Audível quando activado;
  - Deverá ser activado quando o fluxo de água passar pelo contador e seja superior ao mínimo estipulado (definido em função do período de funcionamento e dos diferentes fluxos);
  - Quando apropriado, evitar alarmes falsos causados por operações normais de elevado consumo (exemplo: chillers).

No caso do Dolce Vita Braga, o sistema de detecção de fugas foi associado ao sistema de Gestão Técnica Centralizado (GTC), previsto nos diferentes empreendimentos, com a diferença que neste caso o software a ser instalado deveria permitir as seguintes funções (Chamartin Imobiliária, 2009):

- A partir das leituras dos diferentes contadores de água, deveria identificar os diferentes fluxos e eventuais fugas durante períodos fixados (por exemplo, entre uma e as sete horas da manhã). Sempre que o fluxo de água ultrapassasse um débito acima de um valor pré-

definido para um determinado período de tempo, deveria ser activado um alarme (visual e sonoro);

- Permitir a elaboração de uma rotina de análise dos consumos diários, de forma a criar um histórico da instalação, o que permitiria a comparação dos consumos ao longo do funcionamento da mesma. A referida rotina executaria uma comparação entre o volume de água medido no contador totalizador e o medido nos contadores parciais (instalados a jusante do barrilete), permitindo a identificação de potenciais fugas.

**Crédito disponível:** 1 crédito

**Custo associado:** Para o devido funcionamento das funções esperadas, o GTC deveria contar com a instalação dos seguintes equipamentos (Chamartin Imobiliária, 2009):

- Medidores de impulso “channel pulse adaptor”: têm a função de medir dados de consumo e transmitir valores para o GTC através de telecontagem. Estes deverão estar conectados aos diferentes contadores que se pretendem que sejam reportados;
- Contadores parciais e totalizador;
- Concentradores de dados: fazem a recolha automática de dados dos contadores, fornecidos pelos medidores de impulso e transmitem dados ao GTC;
- Passagem de cabos de conexão.

Conforme cotação realizada para um dos edifícios de referência (DVPorto), este investimento rondaria em torno de €20.000 (vinte mil euros), dependendo do número de contadores instalados. (Schindler, 2008).

Tendo em conta que o sistema de Gestão Técnica Centralizada (GTC), e todos os equipamentos referidos, já estavam previstos neste empreendimento (em fase de projecto) para o devido cumprimento destes critérios, somente foram considerados os encargos adicionais. Os referidos encargos adicionais estão associados ao sistema de programação a ser instalado e que cumpra as características de detecção de fugas de água. Este valor seria de aproximadamente **€150 (cento e cinquenta euros) por ponto (contador)**, neste caso, para o DVB, e onde estavam previstos aproximadamente **18 pontos**, o investimento para adaptação dessa característica seria de aproximadamente **€3.500 (três mil e quinhentos euros)**. Este é um investimento residual (inferior a 0,01%) quando comparado com o investimento inicialmente previsto para a Gestão Técnica Centralizada (GTC) do DVB.

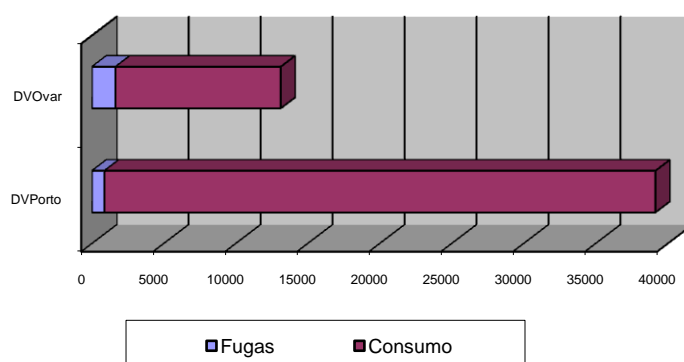
**Benefícios associados:** Este sistema juntamente com o sistema shut-off, definido no critério Wat 4 (que será mais à frente referido), tem o objectivo de proteger o património construído e minimizar ocasionais perdas de água. Através destes sistemas seria possível actuar de forma imediata (ou em reduzidos espaços de tempo), em situações que de outra forma somente seriam identificados através de danos evidentes ou através da factura mensal.

Os dois sistemas propostos pelo BREEAM (Wat 3 e Wat 4) actuam de formas distintas. Os sistemas de detecção de fuga tendem a minimizar as fugas de água, principalmente nas canalizações e são conhecidas como perdas não visíveis, sendo identificadas através da diferença entre o contador totalizador e os consumos parciais (identificadas nas facturas mensais). Já o sistema “shut-off” (critério Wat4, no capítulo 10) tende a minimizar as perdas visíveis nos equipamentos sanitários e que normalmente são contabilizados como consumo final.

De forma a quantificar os benefícios deste critério, verificou-se a ocorrência de fugas nos edifícios de referência em dois anos consecutivos analisados (2006 e 2007)(ver tabela 9.5). Nestas, somente o Dolce Vita Porto (DVP) estava a reportar as fugas ocorrentes no ano de 2007. De forma a obter mais informações, recorreu-se a um novo caso de estudo, o Dolce Vita Ovar (DVO), inaugurado em Março de 2007, e onde foi identificado a ocorrência de fuga somente no mês de Setembro (motivo: rompimento da conduta de incêndio). Veja na tabela abaixo, as fugas reportadas nestes dois edifícios de referência e a percentagem da fuga comparado ao consumo anual.

Tabela 9.5 - Fugas identificadas nos edifícios de referência (Fonte: Chamartin Imobiliária, 2009)

Ano 2007	Fugas anuais reportadas (m3)	Total de consumo (Lojas+áreas comuns)	% de fugas de água anual
DVPorto	871	38275	2,28%
DVOvar	1644	11471,6	14,33%



Com base neste estudo, e tendo em conta que os valores reportados pelo DVP reflectem situações quotidianas de perdas de água, enquanto o DVO uma situação acidental, considerou-se neste sentido, a percentagem reportada pelo DVP, de forma a definir um valor aproximado de fugas de

água com probabilidade de ocorrer anualmente e que poderiam ser minimizadas com a instalação de sistemas de detecção de fugas de água.

Ou seja, considerando uma percentagem de 2,28% de fugas estimadas comparando com o consumo total do DVB, este seria aproximadamente um consumo anual de dois mil metros cúbicos e uma redução das emissões em aproximadamente 17 tonCO<sub>2eq</sub> (Tabela 9.6). Os pressupostos utilizados neste critério para contabilização dos consumos e emissões poderão ser verificados no capítulo 10. Os valores de CO<sub>2eq</sub> foram calculados com base nas emissões associadas ao tratamento da água em fase anterior e posterior ao consumo.

Tabela 9.6 – Eventuais fugas que poderiam ser evitados com a utilização de detectores de fugas de água.

DVB (dados estimados)	
Total de consumo anual	88.324 m <sup>3</sup> /ano
Fugas evitadas (estimativa)	2.010 m <sup>3</sup> /ano
Emissões de CO <sub>2eq</sub> evitados	17 tonCO <sub>2eq</sub>

## 9.5 Critérios relacionados com a escolha dos materiais (ações que cumprem os critérios estabelecidos).

### 9.5.1 Isolamento (Mat 6)

**Descrição:** Encoraja a utilização de isolamento com reduzido impacte ambiental, que cumpra as características térmicas desejáveis e que seja obtido através de fontes renováveis. Os créditos atribuídos a este critério distinguem-se da seguinte forma:

- 1 Crédito – O isolamento escolhido para o empreendimento deveria ser classificado pelo *The Green Guide to Specification* com valores iguais ou superiores a 2 pontos (isto seria possível através da escolha de materiais com classificação A e A+, na sua maioria). A classificação final seria obtida através de uma ferramenta de cálculo *Mat 6 – Insulation Index Calculator Tool* disponível para os assessores do BREEAM e que mais a frente será demonstrada através da aplicação prática ao caso de estudo DV Braga.
- 2 Crédito – Pelo menos 80% do isolamento térmico utilizado deverá ser de fonte responsável.

No caso de estudo DV Braga, verificou-se na proposta inicial a utilização de Poliestireno Extrudido (XPS) em praticamente 100% dos espaços onde estava previsto isolamento térmico. A classificação deste material no *Green Guide* corresponde ao nível E (numa escala de E a A+, E define-se como o pior cenário). Como alternativa disponível com classificação A e A+, identificaram-se os seguintes exemplos:

- Poliestireno Expandido (EPS) e Lã Mineral com classificação entre A+ e B (a depender da densidade do material);
- Aglomerado de Cortiça com classificação A.

Apesar do *Green Guide* considerar este último com classificação inferior aos demais, o que para a realidade Portuguesa é pouco coerente (conforme referido no capítulo 8 sobre os critérios inadaptados), foi este o material escolhido para referenciar e comparar com as características do material inicialmente proposto para o empreendimento (Poliestireno extrudido – XPS). Optou-se pela utilização do aglomerado de cortiça devido à sua disseminação no mercado Português, que é líder mundial na sua fabricação, é natural e renovável, bem como é um material advindo de fontes responsáveis certificado pela FCS (Forest Stewardship Council), garantindo assim o cumprimento dos dois créditos disponíveis neste critério.

A tabela que será mais à frente apresentada, mostra o resultado comparativo entre os dois materiais analisados (XPS e Aglomerado de cortiça), e obtidos através da ferramenta de cálculo *Mat 6 – Insulation Index Calculator Tool*, em que o índice do isolamento resulta da soma dos pontos do *Green Guide* (ver tabela 9.7) dividido pela soma da resistência térmica (equação 9.1) e em função da área ponderada do edifício (ver equações 9.2 e 9.3).

Tabela 9.7- Pontos obtidos em função da classificação do *Green Guide* definido para diferentes materiais de isolamento. (Fonte: BRE, 2008)

Green Guide Rating	Points/element
A+	3
A	2
B	1
C	0.5
D	0.25
E	0

$$RT = ((A * Esp) / k) \quad [9.1]$$

Onde:

RT- representa a Resistência térmica da área ponderada;

A- representa a área onde se verificou a aplicação de determinado isolamento (m<sup>2</sup>);

Esp – espessura do isolamento expressa em metros (m);

k – coeficiente de condutividade térmica do isolamento (W/ m°C).

$$F_g = RT * p \quad [9.2]$$

Onde:

$F_G$  - representa Factor de Correção do *Green Guide*;

p- representa a classificação do isolamento analisado no *Green Guide*.

$$I_i = \sum (RT / F_G) \quad [9.3]$$

Onde:

$I_i$ - representa o índice do isolamento aplicado.

Para melhor exemplificar o método de cálculo utilizado, apresenta-se nas tabelas abaixo o resultado obtido nos dois diferentes cenários propostos para o caso de estudo, quer com Poliestireno Extrudido (tabela 9.8) quer com Aglomerado de Cortiça (Tabela 9.9).

Tabela 9.8 – Cálculo do **índice do Isolamento** do Poliestireno Extrudido (XPS) aplicado no DVBraga.

Localização	Área (m2)	Condutividade térmica (W/ m°C)	Espessura (mm)	Material de isolamento	Classificação	Pontos	Resistência térmica da área ponderada (RT)	Factor de correção do Green Guide (F <sub>G</sub> )
<b>Cobertura</b>								
Deck	17096	0,035	30 XPS	E		0	14.653,7	0
Piso 2	16591	0,035	30 XPS	E		0	14.220,9	0
Entrada nascente	1889	0,035	30 XPS	E		0	1.619,1	0
Zona do deck (piso3)	1112	0,035	30 XPS	E		0	953,1	0
Zonas técnicas	1970	0,035	50 XPS	E		0	2.814,3	0
<b>Fachada ( painéis sandwich)</b>								
Não será analisada neste capítulo, e sim no critério Mat1. Sua análise está conjugada com outros materiais								
<b>Entre pisos (área climatizada e não climatizada)</b>								
Piso sobre o estacionamento	5997	0,035	30 XPS	E		0	5.140,3	0
Total	44655						39.401,4	0
<b>Índice do isolamento (Li)</b>								<b>0</b>

Tabela 9.9 – Cálculo do **índice do Isolamento** do Aglomerado Negro de cortiça aplicado no DVBraga.

Localização	Área (m2)	Condutividade térmica (W/ m°C)	Espessura (mm)	Material	Classificação	Pontos	Resistência térmica da área ponderada (RT)	Factor de correção do Green Guide (F <sub>G</sub> )
<b>Cobertura</b>								
Deck	17096	0,04	30 cortiça	A		2	12.822,0	25644
Piso 2	16591	0,04	30 cortiça	A		2	12.443,3	24886,5
Entrada nascente	1889	0,04	30 cortiça	A		2	1.416,8	2833,5
Zona do deck (piso3)	1112	0,04	30 cortiça	A		2	834,0	1668
Zonas técnicas	1970	0,035	50 cortiça	A		2	2.814,3	5628,57143
<b>Fachada ( painéis sandwich)</b>								
Não será analisada neste capítulo, e sim no critério Mat1. Sua análise está conjugada com outros materiais								
<b>Entre pisos (área climatizada e não climatizada)</b>								
Piso sobre o estacionamento	5997	0,04	30 cortiça	A		2	4.497,8	8995,5
total	44655						34.828,0	69656,0714
<b>Índice de isolamento (Li)</b>								<b>2,00</b>

Como se poderá evidenciar, somente a segunda opção se encontra apta para validar o primeiro crédito disponível (pontuação final maior ou igual a 2). Quanto às características físicas, procurou manter-se soluções similares, conforme demonstrado na tabela 9.10.

Tabela 9.10- Características físicas dos materiais de isolamento analisados.

Características		XPS - Poliestireno extrudido	Aglomerado de cortiça expandida
Características do material (Fonte: Dow e Amorim Cortiça)	Durabilidade	> 20 anos	> 20anos
	Dimensão (comp/larg/esp) (MM)	(1250/600/30)	(1000/500/30)
	Espessura (m)	0,03	0,03
	Reação ao fogo	combustível	combustível
	Condutividade térmica (W/ m°C)	0,035	0,04
	Resistência térmica (m2 K/W)	0,86	0,75
	Resistência a compressão (Kg/cm2)	3	0,2
	Densidade dos materiais (Kg/m3)	32,5	120
	Coeficiente de transmissão térmica (U - W/ m2°C) (1)(2)	0,75	0,77
<p>(1) Elementos constructivos analisados: chapa metálica + isolamento + Membrana de Impermeabilização. Refere-se aos elementos da Cobertura sobre o Food Court (Deck) que representa 38% do isolamento utilizado.</p> <p>(2) Coeficientes térmicos máximos admissíveis de elementos opacos (RCCTE, 2006) (I2V2): 1,6 W/ m2°C</p>			

Em relação ao nível de transmissão térmica, e apesar de ser uma das únicas vantagens do Poliestireno Extrudido quando comparado com a cortiça (além da densidade do material, ou seja, o XPS é mais leve que a cortiça), o que seria na maioria dos casos uma vantagem para os edifícios, no caso dos Centros Comerciais não se verifica, podendo afirmar-se que resulta numa excepção. Ou seja, devido às elevadas cargas térmicas internamente produzidas, quanto menos isolamento utilizado (maior coeficiente de transmissão térmica) maior será a eficiência energética do edifício. Com base nos cálculos de simulação através do Energyplus, ao substituir o XPS pelo Aglomerado de cortiça, verificou-se uma redução das necessidades de arrefecimento do DVB.

*“Com base nos cálculos de simulação, a substituição do isolamento tipo wallmate (XPS) por aglomerado de cortiça corresponde a uma redução de 60 Mwh/ano nos consumos térmicos de arrefecimento o que equivale a uma redução de 10 MWh/ano em consumos de electricidade. Esta redução deve-se ao facto da condutividade térmica do aglomerado de cortiça ser ligeiramente superior à do wallmate o que favorece ligeiramente o arrefecimento natural do edifício. Esta redução equivale a uma redução de 0.02 kgep/m2/ano” (Fluidinova, 2008)*

**Créditos disponíveis:** 2 créditos.

**Custos associados:** Foram reportados os encargos associados à substituição do Poliestireno Extrudido por Aglomerado de Cortiça. Com base nos custos unitários fornecidos pelos Fabricantes<sup>32</sup>, e tendo em conta uma área de 44.655 m<sup>2</sup> para isolar, concluiu-se que o investimento necessário para substituição seria aproximadamente de € **33.491,00** (trinta e três mil e quatrocentos e noventa e um euros) (15% superior ao valor da proposta inicial).

**Benefícios associados:** Através do cumprimento deste critério, verificaram-se as seguintes vantagens:

- Não utilização de produtos químicos. A aglomeração dos agregados de cortiça é realizada através de resinas da própria cortiça numa temperatura inferior a 100°C (97% pó de cortiça e 3% electricidade) . É renovável e reciclável. (Amorim Cortiça, 2004);
- Na tabela abaixo (Tabela 9.11), poderão ser identificadas outras vantagens ambientais tendo em conta a análise do ciclo de vida dos diferentes materiais, entre estes destacando - se a redução da energia incorporada do material e de emissões de CO<sub>2eq</sub> durante a produção do material.

Tabela 9.11- Características ambientais dos materiais de isolamento analisados.

	Características ambientais	XPS - Poliestireno extrudido	Aglomerado de cortiça expandida
Dados Ambientais	PEC - energia primária incorporada (KWh/m <sup>2</sup> )(1)	29,25	4,82
	Energia incorporada para a quantidade de isolamento existente no edifício (KWh)	1.273.505	774.854
	Emissão de CO <sub>2eq</sub> (na produção) (KgCO <sub>2eq</sub> / m <sup>2</sup> ) (2)	15,54	1,06
	Emissões de CO <sub>2eq</sub> associados a produção do isolamento para o DVB (KgCO <sub>2eq</sub> )	693.939	47.334
	Potencial de aquecimento global (g/ Kg) (1)	1650	277
	Gestão dos Resíduos	Reciclagem/ Enchimento de terreno	Reciclagem/ Enchimento de terreno/ Biomassa.
	Raking "Green Guide Especification"	E	A
(1) Berge apud Mateus R.; Bragança L. , 2006 (2) ITEC (Banco Bedec) <a href="http://www.itec.es">www.itec.es</a>			

<sup>32</sup> Cotação 2008 disponibilizada pelos fornecedores (referentes às características físicas indicadas): Texsa (Poliestireno Extrudido: 5,07 euros/m<sup>2</sup>) e Amorim cortiça (Aglomerado de Cortiça: 5,82 euros/m<sup>2</sup>).



- Com base no tarifário de energia utilizado neste estudo (que será detalhado no capítulo 10) no valor de 0,076 euros/KWh, pode afirmar-se que a redução das necessidades de arrefecimento (10 MWh por ano de energia eléctrica) gerada pela substituição dos isolamentos, resultaria numa redução de encargos anuais de aproximadamente 750,00 € euros, o que representa uma redução de 0,07% do total de consumo estimado para arrefecimento e de 4,98 toneladas de redução de emissões de CO<sub>2eq</sub>.

Quanto aos benefícios quantificáveis desta análise, serão reportados na tabela resumo (Tabela 9.12), as emissões de CO<sub>2eq</sub> evitadas, quer indirectas (referentes à produção do material), quer directas (referentes à redução das necessidades de arrefecimento do edifício).

Tabela 9.12- Emissões evitadas com a substituição do Poliestireno expandido por aglomerado de cortiça.

	Indirectas (Emissões evitadas na produção)	Directas (Emissões evitadas anualmente durante a fase de utilização)
Emissões de CO <sub>2eq</sub> evitadas	646,6 ton CO <sub>2eq</sub>	4,82 ton CO <sub>2eq</sub>

## 9.6 Critérios relacionados com a gestão dos resíduos (acções que cumprem os critérios estabelecidos)

### 9.6.1 Compostagem (Wst5)

Descrição: Este critério incentiva a previsão de infra-estruturas que venham minimizar o volume de resíduos orgânicos encaminhados directamente para os aterros sanitários. O Manual do BREEAM identifica as seguintes medidas:

- Evidenciar a separação e o armazenamento em contentores para resíduos orgânicos produzidos diariamente no Centro Comercial;
- Existência de espaços adequados para armazenamento dos resíduos orgânicos (devem ter-se cuidados adicionais em relação ao peso, humidade e o facto de ser perecível);
- Pelo menos um ponto de água deve ser providenciado no local.

Quanto ao processo de compostagem, este poderá ser realizado no local, ou fora do empreendimento, em unidades de valorização orgânica.

**Crédito disponível:** 1 crédito

**Custos associados:** Em conformidade com o Decreto-Lei 239/97 de 9 de Setembro<sup>33</sup> e Decreto-lei 178/2006 de 5 de Setembro<sup>34</sup> (referido no capítulo 2), bem como é prática habitual da empresa Chamartin Imobiliária, desde a fase de projecto, foram previstas soluções técnicas que preconizaram a adequada gestão dos resíduos de forma a promover, sempre que possível, a minimização e a valorização dos mesmos. Neste trabalho, foi realizada a previsão de produção e tipos de resíduos que fazem parte da gestão de um Centro Comercial, e a partir desta análise foram dimensionados os espaços, a adequada separação e a localização das áreas destinadas à recolha e tratamento dos resíduos (a Figura 9.5 apresenta um estudo esquemático realizada para o DVB).

Neste âmbito foram preconizadas medidas apropriadas para o armazenamento adequado de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) (Indiferenciados e Orgânicos), através de refrigeração, extracção dos odores, pontos de água e ralos, tectos com pintura permeável ao vapor, paredes e pavimentos com acabamentos laváveis (azulejos), além da utilização de compactadores e reservatórios com volume reduzido (360 litros) e de forma a facilitar o transporte para as unidades de valorização orgânica, que será realizado diariamente (ver figura 9.6).

Os encargos associados à infra-estrutura interna e transporte não foram aqui considerados, pois definem-se como prática habitual da empresa, ou seja, o investimento a ser realizado neste âmbito foi contemplado desde o arranque do projecto.

Neste caso, o que foi contabilizado foram os encargos associados à valorização dos produtos, ou seja, a recepção dos resíduos orgânicos nas unidades de valorização (compostagem) em vez do envio para os aterros sanitários. No entanto, o principal problema para o cumprimento adequado deste critério deveu-se à oferta reduzida de mercado para o desenvolvimento desta actividade. Conforme se poderá observar na tabela 9.13, o número de unidades de valorização é ainda muito reduzido, mas, a tendência será a alteração deste cenário até ao ano 2016, conforme definido no Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos II (PERSU II).

---

<sup>33</sup> Decreto-lei 239/97 de 9 de Setembro - estabelece regras para adequada gestão dos resíduos, desde a recolha, transporte, armazenamento, tratamento, valorização e eliminação.

<sup>34</sup> Decreto-lei 178/2006 de 5 de Setembro - A deposição, recolha, transporte, armazenagem e eliminação dos resíduos com uma produção superior a 1.100 litros/dia são da responsabilidade dos seus produtores não podendo ser enquadrada num processo corrente de gestão pela Câmara Municipal de Braga. (Sopsec, 2008).

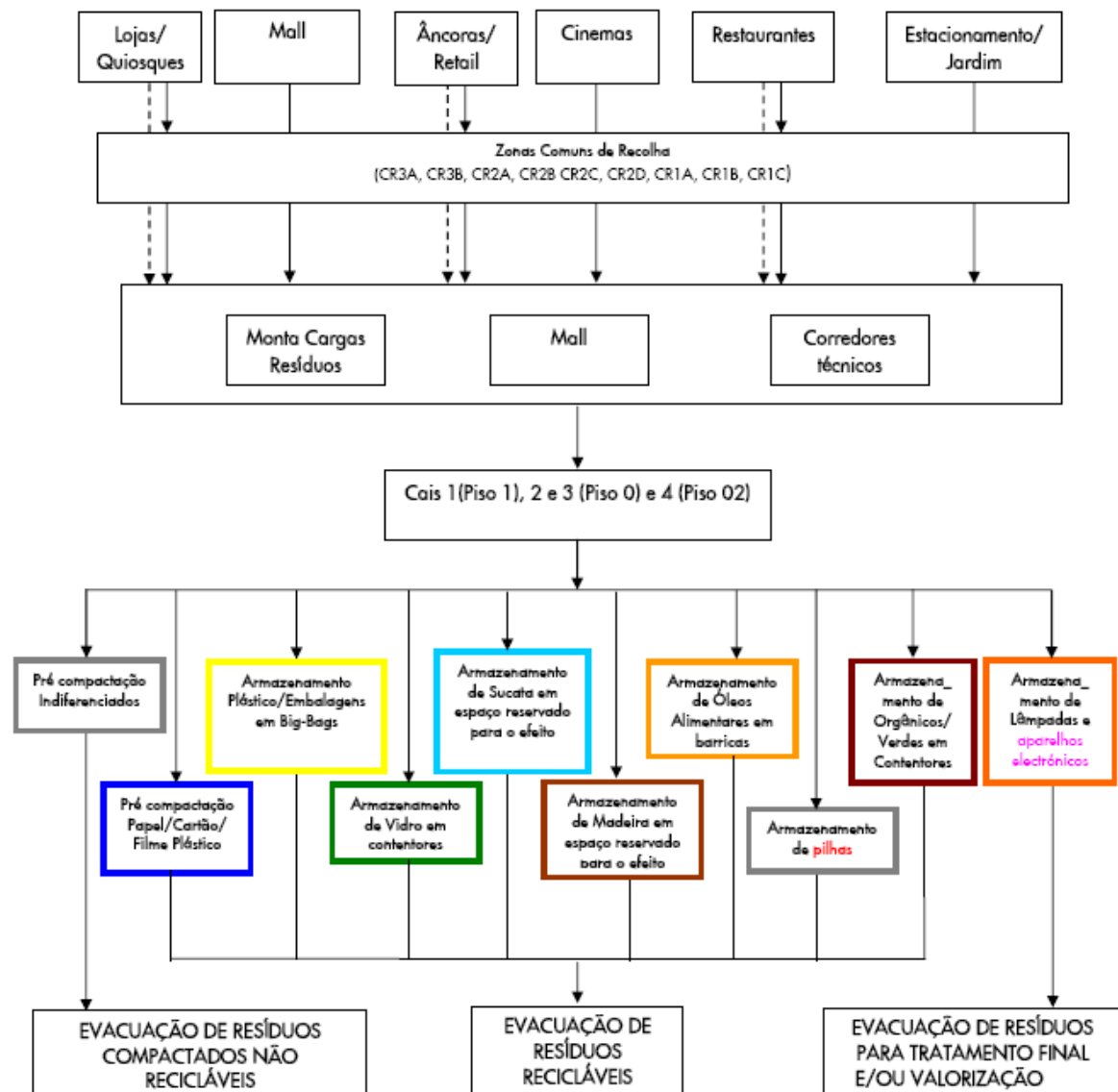


Figura 9.5 – Fluxos de resíduos previstos para o DV Braga (Fonte: Sopsec, 2008).

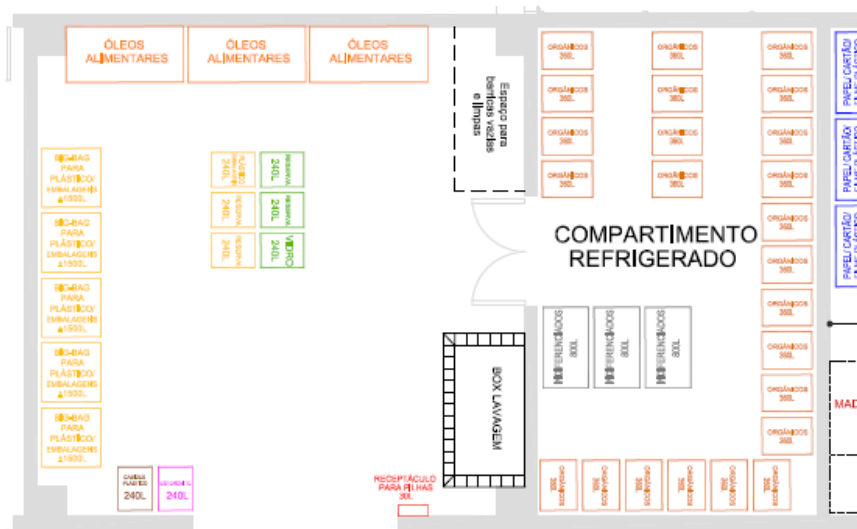


Figura 9.6 – Espaços separados e refrigerados, destinados ao armazenamento dos RSUs (Fonte: Sopsec, 2008)

Tabela 9.13- Unidades de valorização orgânica de RSU em funcionamento (previsão para 2004) (Fonte: ENRRUBDA, 2003 apud PERSU II, 2007)

Localização	Sistema	Ponto de situação	Capacidade (Mg/ano)	RUB valorizados (Mg/ano)	Observações
Baguim do Monte – Gondomar	Lipor	Em construção.  Início de laboração (previsto) em 2004	60 000	60 000	Compostagem (incluindo maturação) em túneis com insuflação de ar, revolvimento e regulação integral de caudais de entrada e saída; tratamento dos gases por lavagem química e biofiltros. Resíduos provenientes da recolha selectiva nas habitações e junto dos grandes produtores (restaurantes, cantinas, mercados, super e hipermercados).
Riba d'Ave – Famalicão	AMAVE	Em funcionamento desde 1995. Ampliação concluída em 2003	131 400	52 560	Mantém-se o processo descrito na tabela anterior. A maturação passará a ser efectuada através de pilhas com revolvimento em parque coberto com sistema de extracção e tratamento de gases através de biofiltro. Resíduos provenientes da recolha indiferenciada.
Alcaria – Fundão	COVA DA BEIRA	Em funcionamento desde Agosto 2001.	50 000	20 000	Mantém-se o processo descrito na tabela anterior. A maturação passará a ser efectuada em parque fechado. Resíduos provenientes da recolha indiferenciada.
Trajouce – Cascais	AMTRES	Em funcionamento desde 1991.	150 000	60 000	Mantém-se o processo descrito na tabela anterior. Resíduos provenientes da recolha indiferenciada.
Quinta da Caída – Setúbal	AMARSUL/ Setúbal	Em funcionamento desde 1994.	50 000	20 000	Mantém-se o processo descrito na tabela anterior. Resíduos provenientes da recolha indiferenciada.
Mina – Amadora	VALORSUL	Em construção.  Início de laboração (previsto) em 2004	40 000 (1.ª fase) 60 000 (2.ª fase, 2009)	40 000	Digestão anaeróbia (processo termófilo, por via húmida, em duas fases) seguida de compostagem (com arejamento forçado, maturação e afinação) para estabilização do material. Produção de energia eléctrica. Resíduos provenientes de recolha selectiva da fracção orgânica dos RSU junto dos grandes produtores (restaurantes, cantinas, mercados, super e hipermercados).
Meia Serra – Santa Cruz (Madeira)	Região Autónoma da Madeira	Em construção/ remodelação. Início de laboração (previsto): 1.º semestre 2004.	23 400	23 400	Compostagem em pavilhão fechado, com revolvimento, arejamento forçado e tratamento de gases. Parque de maturação coberto. Resíduos provenientes de recolha selectiva da fracção orgânica dos RSU junto dos grandes produtores (hotéis, restaurantes - 1.ª fase) e porta-a-porta (2.ª fase). Introdução de 5 400 Mg/ano de material estruturante (resíduos vegetais).
Porto de Lagos – Portimão	ALGAR (Barlavento)	Em funcionamento desde 2002.	5 000	5 000	Recepção, trituração, fermentação e maturação de “resíduos verdes” provenientes de corte e manutenção de jardins.
Fonte Sagrada – Tavira	ALGAR (Sotavento)	Em funcionamento desde 2002.	5 000	5 000	Recepção, trituração, fermentação e maturação de “resíduos verdes” provenientes de corte e manutenção de jardins.
TOTAL			514 800	285 960	

Em relação ao caso de estudo, foi prevista, num curto prazo de tempo, a abertura de uma unidade de valorização a ser gerida pela Braval (em Braga). Sem a abertura desta unidade seria improvável o cumprimento deste critério.

Enquanto se aguarda pelo desenvolvimento desta actividade, e com base na análise de dois centros comerciais em gestão (DVP e DVT) que estão a promover a valorização orgânica, pode afirmar-se, que, a nível económico, esta actividade define-se como bastante atractiva para as empresas, sendo suficiente verificar os encargos associados aos tipos de tratamento (ver tabela 9.14).

Um exemplo verificado na Tabela 9.14 é a *Lipor* (empresa Gestora de Resíduos do Grande Porto) que garante a recepção de resíduos orgânicos e verdes, sem nenhum encargo para o seu produtor, sendo apenas necessário o preenchimento de um formulário e a sua aprovação por parte da empresa gestora. O único inconveniente verifica-se no caso de não conformidade durante a

recepção do material onde poderia ser cobrada uma taxa de €95/tonelada (taxa de 2009, aplicada a incineração do resíduo). Ou seja, com o correcto processo de separação e valorização orgânica dos resíduos, o produtor poderia evitar os encargos associados aos resíduos indiferenciados encaminhados para aterros sanitários.

Tabela 9.14 – Taxas de resíduos cobradas por entidades gestoras de resíduos, em função do tratamento.

Centros Comerciais	Entidade gestora	Resíduo (Tratamento)	Custos associados (Euros /ton)	observação
DVP	Lipor	RSU	55	Em funcionamento
		Incineração	95	
		val. Orgânica	0	
DVT	Valorsul	RSU	53,5	Em funcionamento
		val.Org.( < 5% de contaminação)	11,43	
		val. Org (5 a 11% de contaminação)	22,86	
DVB	Braval	RSU	40	Em funcionamento
		Reciclagem	11,50	Em funcionamento
		Val. Orgânica	não identificado	A partir de 2010

Para comprovar os benefícios advindos desta valorização orgânica, realizou-se um estudo comparativo entre períodos homólogos (2008 e 2009) do edifício de referência – DVP, tendo em conta que este centro comercial, a partir de Maio de 2009, passou a fazer a separação dos resíduos orgânicos. Na figura abaixo (figura 9.7) mostra-se a redução de resíduos (RSU) verificados na análise durante 3 meses de 2009, e comparados com o mesmo período em 2008.

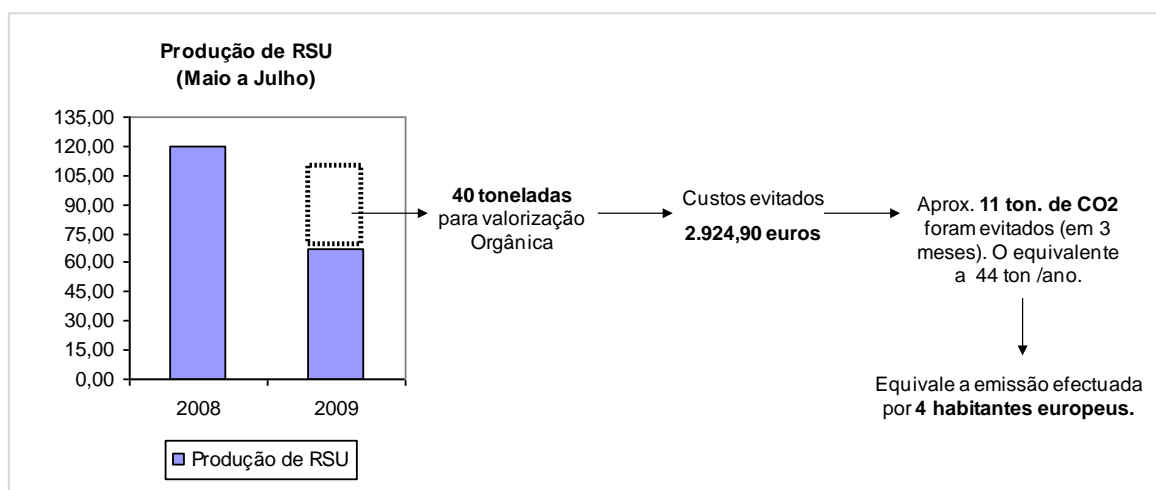


Figura 9.7- Comparação entre produção de resíduos no DVP, durante 3 meses homólogos de 2008 e 2009.

A redução justificada pela valorização orgânica de aproximadamente 40 toneladas de resíduos, promoveu não só o aumento da taxa de reciclagem do centro comercial, como também a redução de aproximadamente 11 toneladas CO<sub>2eq</sub> e uma economia de aproximadamente de €3.000 (três mil euros, em somente 3 meses). Ao verificar as emissões de CO<sub>2eq</sub> comparado com os meses

homólogos de 2008, verificou-se uma redução de aproximadamente 11 toneladas de CO<sub>2eq</sub> (o equivalente a 44 ton. /ano), o que equivale aproximadamente à emissão efectuada por 4 habitantes europeus, conforme se verifica na figura 9.8.

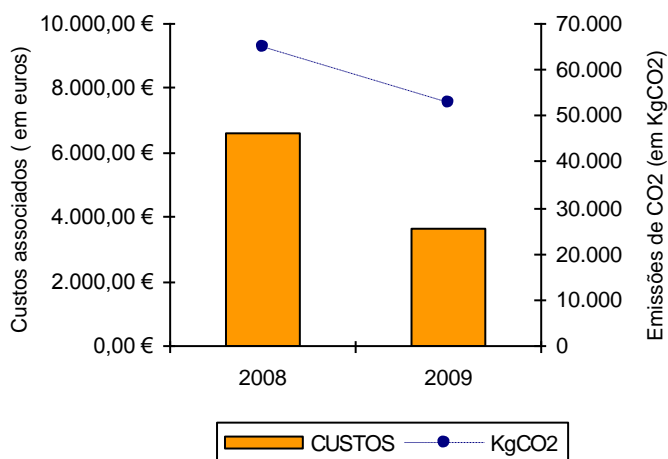


Figura 9.8 – Redução dos custos e das emissões associadas a valorização orgânica do DVP em somente um trimestre.

No que se refere aos factores de emissão utilizados, consideraram-se as seguintes conversões:

- O factor de conversão considerado para RSU's encaminhados para aterros sanitários foi de 0,540 KgCO<sub>2eq</sub> /Kg (Gomes J et al, 2008)
- O factor de conversão considerado para RSU's encaminhados para a valorização orgânica foi de aproximadamente 0,42 KgCO<sub>2eq</sub> /Kg. Neste caso considerou-se que os RSU's desviados do aterro sanitário, para a valorização orgânica, evitariam a emissão de GEE em média de 0,125 KgCO<sub>2eq</sub> /Kg<sub>evitados</sub>. O valor de 0,125 KgCO<sub>2eq</sub> /Kg<sub>evitados</sub>, refere-se a um valor médio que teve em consideração o processo de valorização realizado através da compostagem ou valorização orgânica (PERSU II, 2007).

Com base nos dados apresentados e tendo em conta as taxas de resíduos cobradas pela Braval (para RSU), e supondo que esta entidade venha a estabelecer uma taxa para a valorização orgânica semelhante à taxa para a reciclagem (conforme estabelecido pela Entidade Valorsul), realizou-se a análise e a transposição destas informações no caso de estudo, DVB.

Sendo prevista para o DVB uma produção de **44,23 m<sup>3</sup>/dia** de RSU's (o equivalente a 2,2 toneladas por dia), e sendo que destas 30% serão resíduos orgânicos, conforme previsto no Plano de Resíduos, verificou-se que, num ano, seriam produzidos aproximadamente 807 toneladas de resíduos (565ton de RSU e 242Ton de resíduos orgânicos). A gestão adequada destes resíduos, **garantiria uma economia de aproximadamente € 6.900 (seis mil e novecentos euros)** e numa redução das emissões em aproximadamente **29 toneladas de CO<sub>2eq</sub>** (o equivalente a emissão produzida por aproximadamente 3 habitantes europeus). Na figura 9.9, faz-se a comparação entre dois cenários distintos, com e sem valorização orgânica, de forma a comprovar as afirmações realizadas acima.

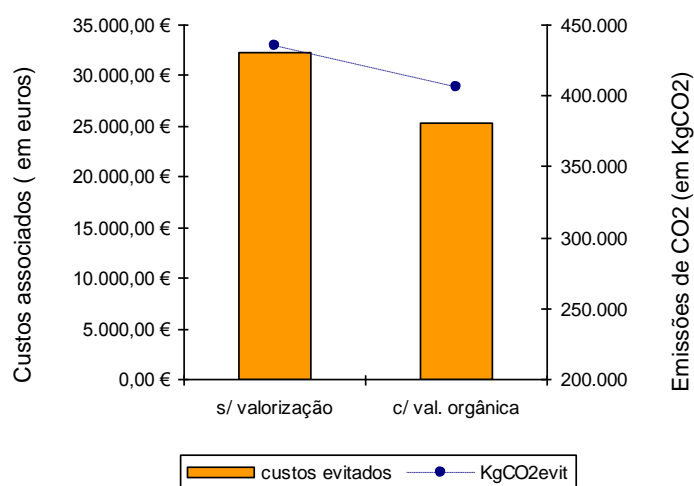


Figura 9.9 – Redução dos custos e das emissões anuais associadas a valorização orgânica do DVB.

**Benefícios associados:** Através do cumprimento deste critério, verificam-se as seguintes vantagens:

- Evitar a decomposição de resíduos orgânicos em aterros sanitários, que têm vindo a contribuir para o aumento de emissões directas de gases com efeito de estufa, sendo neste caso o Metano (vinte vezes mais poluente que o CO<sub>2</sub>);
- Evitar a ocupação de áreas e consequente diminuição da vida útil dos aterros;
- Evitar a infiltração dos chorumes, responsáveis pela contaminação dos solos e águas freáticas;
- Reduzir a utilização de fertilizantes sintéticos produzidos a partir de combustíveis fósseis, através dos compostos orgânicos valorizados;
- Além dos benefícios directos advindos da valorização orgânica, pode-se incluir nesta análise as emissões de CO<sub>2eq</sub> evitadas em outros sectores, sendo os seguintes (PERSU II, 2007):

- Na produção de energia, através de biogás, em unidades de digestão anaeróbica são evitados cerca de 0,23 TonCO<sub>2eq</sub> evitados/ Ton valorizado.
- No sector agrícola através da substituição de fertilizantes sintéticos (conforme acima mencionado) são evitados cerca de 0,02 TonCO<sub>2eq</sub> evitados/ Ton valorizado.

Este capítulo apresentou os critérios de elevado valor ambiental/social, considerando-se como indissociáveis de benefícios económicos, ou seja, dificilmente justificáveis pela perspectiva do retorno do investimento. No entanto, e na maioria dos casos, os investimentos iniciais dos referidos critérios são relativamente reduzidos. Também se refere, que após a análise de alguns desses critérios, foi possível identificar algumas exceções em matéria de retorno económico, e para o caso bem mais expressivos em uns do que em outros, especificamente para os critérios Wst 5 e Hea 14, respectivamente. No caso do critério Wst 5, observaram-se ganhos significativos com a adequada gestão dos resíduos, já que a implementação desse critério evitaria o envio de uma parte significativa dos resíduos orgânicos para os aterros sanitários (assim como na incineração, os aterros sanitários cobram taxas bastante superiores em relação ao custo com o envio para o processo de reciclagem).

À parte dos benefícios económicos (ou não) que estas medidas possam acarretar, o que importa ressaltar neste capítulo é o contributo destas medidas para tornar o empreendimento ambientalmente responsável, e apenas com um esforço financeiro bastante reduzido. Assim, com um investimento de € 34.441 (trinta e quatro mil e quatrocentos e quarenta e um euros), correspondente a 0,05% do investimento previsto para a construção do DVB, foi possível alcançar até 10 pontos do BREEAM e serem evitadas emissões em aproximadamente 665,29TonCO<sub>2eq</sub> no primeiro ano do empreendimento.





## **CAPÍTULO 10 – CRITÉRIOS RELACIONADOS COM A ANÁLISE DO RETORNO DO INVESTIMENTO**

### **10.1 Introdução**

Neste capítulo será apresentada a análise individual realizada aos critérios considerados quantificáveis (Grupo D) e que foram contemplados neste trabalho (ver tabela 10.1). O estudo apresenta-se dividido em dois subcapítulos (gestão da água e da energia) e organizados da seguinte forma(ver anexo VI):

- Indicadores de referência utilizados, incluindo um resumo final dos principais parâmetros empregues;
- Descrição e objectivos do critério BREEAM;
- Descrição do sistema;
- Aplicação prática ao caso de estudo.

Ressalva-se que a análise dos critérios BREEAM se realizou através de uma aplicação prática ao caso de estudo DVB, onde estes critérios (denominados Proposta Sustentável) foram comparados com uma proposta base (inicialmente prevista para o DVB).

Tabela 10.1 – Critérios quantificáveis (Grupo D). (Fonte: BRE, 2008) (adaptação)

Grupo D	Critérios também contemplados em outros grupos	Relacionados com a Fase de prospecção	Critérios contemplados na análise	
Health & wellbeing section credits	Grupo A - PE			
Hea4 High frequency lighting				
Energy section credits				
Ene1 Reduction of CO2 Emissions				x
Ene4 External lighting				
Ene5 Low or zero carbon technologies				x
Ene7 Cold food storage				x
Ene8 Lifts				x
Ene9 Escalators & travelling walkways				
Water section credits				
Wat1 water consumption				x
Wat2 Water meters				
Wat4 Sanitary supply shut off				x
Wat5 water recycling				x
Wat6 Irrigation system				
Materials section credits				
Mat3 Re-use of building façade	x			
Mat4 Re-use of building struture	x			
Total: 14 critérios				
Critérios contemplados no Grupo A: 1 critério				
Critérios a serem analisados: 7				
Legenda				
	Critérios Obrigatórios			

## 10.2 Oportunidade de melhoria para a adequada gestão da água (acções que cumprem os critérios estabelecidos)

### 10.2.1 Pressupostos utilizados

Antes de iniciar a análise da aplicabilidade dos critérios da ferramenta do BREEAM relacionados com a gestão da água, foi necessário obter informações cruciais sobre o projecto, tais como: estimativas de consumos de água e outros custos associados a uma solução base (convencional).

Numa primeira análise, foram definidos os caudais de dimensionamento dos sistemas, com base num número estimado de visitantes (população flutuante) e trabalhadores (população fixa), bem

como foi feita a contabilização de áreas significativas (rega e estacionamento) quer através de dados históricos (através dos edifícios de referência) quer através de dados previsíveis (calculados para o caso de estudo, ainda em fase de projecto).

Na vertente deste trabalho, apresentaram-se dois diferentes resultados que foram comparados entre si, no sentido de comprovar a fiabilidade dos dados estimados e que resultam da análise de duas empresas distintas no mercado - consultores da Chamartin Imobiliária.

**Estudo 1:** A primeira análise teve como parâmetro os seguintes indicadores (Tabela 10.2) (Ductos, 2007).

Tabela 10.2 – Capitação e consumos específicos definidos para um centro comercial (Fonte: Ductos, 2007)

Consumos específicos		
Trabalhadores em geral (pop.fixa)	50	l/hab/dia
Visitantes (População flutuante)	1,5	l/hab/dia
Lavagem de pavimentos	0,02	l/m2/dia
Rega	1,0	l/m2/dia

Para calcular os consumos estimados do Dolce Vita Braga (DVB), foi necessário definir os valores previsíveis relativos ao número esperado de visitantes (população flutuante) por ano e o número de trabalhadores (população fixa), bem como definir as áreas específicas: ABL (área bruta locável), estacionamento e áreas verdes (rega).

As informações sobre as áreas foram obtidas através do projecto, enquanto que para se calcular a estimativa de visitantes e trabalhadores, se teve em consideração os dados de referência existentes, e que poderão ser verificados na tabela abaixo designada (tabela 10.3).

Através da análise anual dos três Centros Comerciais de referência (DVP, DVC, DVD) foi possível definir um indicador de visitantes por m<sup>2</sup> (definida pela área do "mall"). Além disso, foi possível atestar a veracidade dos indicadores utilizados internamente pela empresa para calcular o número de trabalhadores do Centro Comercial, designado por 5% da área de ABL (os resultados obtidos correspondem à realidade do número de trabalhadores actualmente empregados nos centros comerciais em gestão).

Tabela 10.3 - Dados obtidos através da análise dos edifícios de referência para definição da população flutuante e fixa.  
(Fonte: Chamartin Imobiliária, 2007)

Dados de referência								
	tráfego mensal (médio)	tráfego por dia	área do mall	visitante por m2	área do estacionamento	ABL(excepto hiper)	% pop. Fixa proporcional a ABL	nº população fixa
DVP	670.253	22.036	13.456	2	54.344	24.174	5%	1.209
DVC	736.081	24.200	9.003	3	55.596	27.690	5%	1.385
DVD	491.500	16.159	8.448	2	30.393	22.259	5%	1.113
DVB (estimativa)	943.175	31.439	15.119	2	67.167	61.441	5%	3.072
<div> <div></div> <div>Dados reais</div> <div></div> <div>Dados estimados</div> </div>								

Após a obtenção dos valores reais e estimados, foi possível calcular o consumo previsto para o DVB com base nos consumos específicos definidos na tabela 10.2. Deve ressaltar-se que, antes de realizar os cálculos relativamente ao DVB, foram realizados testes de fiabilidade em relação à tabela 10.2 e aplicados aos casos existentes, afim, de verificar a compatibilidade dos resultados à realidade (tabela 10.4).

Tabela 10.4 – Análise comparativa entre dados estimados e consumo real dos edifícios de referência.

DVP - Consumos mensais		
Consumo estimado	2.932	m3/mês
Consumo médio real	3.190	m3/mês
valor estimado é 8% inferior a realidade		
DVC - Consumos mensais		
Consumo estimado	3.306	m3/mês
Consumo médio real	4.166	m3/mês
valor estimado é 20% inferior a realidade		
DVD - Consumos mensais		
Consumo estimado	2.495	m3/mês
Consumo médio real	2.073	m3/mês
valor estimado é 20% superior a realidade		

Como se poderá verificar na tabela acima, os dados apresentam uma margem de diferença, apesar de, em alguns casos, serem justificáveis. É o caso do DVC, onde a diferença de 20% poderá ser justificada com a ocorrência de fugas de água em dois diferentes meses (Julho e Setembro) durante o ano analisado (ano 2007).

Quanto ao caso do DVD, não foi possível apurar a causa do reduzido consumo comparado com o valor estimado, no entanto, é preferível que a estimativa seja superior às necessidades reais, desde que considerada aceitável.

Após o teste de fiabilidade realizado e a respectiva aplicação dos consumos específicos, obteve-se os seguintes resultados para o caso de estudo (tabela 10.5):

Tabela 10.5 - Resultado do estudo 1: Consumo estimado do DVB.

DVB		
População fixa	3.072	hab/dia
População flutuante	31.439	hab/dia
Caudal da pop. fixa	50	l/dia
Caudal da pop. Flut.	1,5	l/dia
Lavagem de pavimento	0,02	l/m2/dia
Rega	1	l/m2/dia
População fixa	153.602	l/dia
População flutuante	47.159	l/dia
Total do consumo da população (fixa+flutuante)	200.760	l/dia
Lavagem de pavimento	1.343	l/dia
Rega	39.880	l/dia
Total de consumo	241.984	l/dia
Total de consumo(m3)	242	m3/dia
Total de consumo mensal	7.501	m3/mês

Estima-se que o número de pessoas que utilizam os WCs num Centro Comercial seja aproximadamente de quarenta por cento (40%) e que destes, setenta por cento (70%) utilizam sanitas, enquanto que os restantes trinta por cento (30%) utilizam urinóis (Ductos, 2007).

Neste sentido, e tendo em conta um fluxo médio de 6 litros por descarga nas sanitas e de aproximadamente 5 litros no uso de urinóis (este último tende a variar entre 5 a 9 litros), resultou num consumo diário de água de, aproximadamente, **58.000litros e 20.707litros**, respectivamente, totalizando **78.707litros** (este valor representa aproximadamente 40% da água consumida pela população fixa e flutuante) (Tabela 10.6).

Tabela 10.6 – Consumo total de água no DVB e consumo diário estimado para sanitas e urinóis, resultante do estudo 1.

DVB		
Total do consumo da população (fixa+flutuante)	200.760	l/dia
Consumo de água estimado para sanitas (proposta inicial- 6 litros por uso)	57.979	l/dia
Consumo de água estimado para os urinóis (proposta inicial - 5 litros por uso)	20.707	l/dia

**Estudo 2:** Representa a análise realizada pela empresa Sopsec, responsável pelo projecto de águas e esgotos do Dolce Vita Braga, representando, os dados abaixo designados, o valor oficialmente estimado para os consumos diários de água potável (tabela 10.7). Nesta estimativa foram excluídos os consumos de rega e lavagem dos estacionamento, bem como os consumos previstos para as instalações técnicas, nomeadamente, para o ar condicionado. Como poderá ser

observado, a captação é identificada pelos diferentes tipos de actividades desenvolvidas no Centro Comercial, e o número de habitantes estipulado representa a percentagem equivalente de visitantes e trabalhadores que irão utilizar as instalações sanitárias e cozinhas (restauração).

Tabela 10.7 – Cálculo do consumo estimado de água potável do Dolce Vita Braga (dados oficiais) (Fonte: Sopsec, 2008).

Código	Área Tipo	Área (m <sup>2</sup> )	nº. Habit. Equiv.	volume	capitação
				l	litros / (hab.xdia)
1.1	RESTAURANTES	5.385,0	2.693	134625,00	50,00
1.2	Âncoras	14.033,0	2.807	28066,00	10,00
1.3	Cinemas	4.014,0	1.606	16056,00	10,00
1.4	LOJAS	27.606,0	2.761	27606,00	10,00
1.5	escritórios	329,0	7	131,60	20,00
SOMA				206484,60	

Com base na tabela 10.6 e na tabela 10.7, verificou-se uma aproximação dos resultados obtidos nos estudos 1 e 2, tendo como resultados totais (população fixa+ flutuante) entre 200.760 litros e 206.484 litros (margem de erro de aproximadamente 2%). Assim, para este estudo, foram utilizados os valores inferiores, e enunciados no estudo 1, de modo a que estes não favorecessem os resultados das análises pelos critérios do BREEAM, referentes ao consumo de água, e que serão de seguida analisados.

#### ▪ Resumo dos parâmetros utilizados

A seguir serão apresentados os parâmetros utilizados para analisar os critérios relacionados com a água no caso de estudo – Dolce Vita Braga.

A- Número de equipamentos sanitários contabilizados para o empreendimento (tabela 10.8): A tabela abaixo refere-se às instalações disponibilizadas ao público e aos trabalhadores (pessoal) do Centro Comercial. Do total de sanitas analisadas no critério Wat 1 (mais à frente descrito), realça-se que foram excluídas da análise cinco sanitas para portadores de mobilidade condicionada, tendo em conta que nestes equipamentos já estava prevista a utilização de autoclismo com duplo fluxo.

Tabela 10.8 - Quantidade de equipamentos que serão instalados no DVB.

Equipamentos	Público	Pessoal	Total
Número de blocos de Wcs			18
sanitas*	58	24	82
lavatórios	61	16	77
urinóis	19	10	29
chuveiros		9	9

\* do total das sanitas consideradas, 5 serão para portadores de Mobilidade condicionada.

- B- Quantidade de consumos previstos: Com base nos equipamentos inicialmente previstos, referentes aos caudais das sanitas (6 litros por uso) e urinóis (5 litros por uso), e tendo em consideração as estimativas de afluência aos WCs no centro comercial, consideraram-se os seguintes valores a serem utilizados na análise (tabela 10.9):

Tabela 10.9 - Consumo de água inicialmente estimado para o DVB.

DVB		
População (fixa +flutuante)	34.511	hab/dia
Total do consumo da população (fixa+flutuante)	200.760	l/dia
Consumo de água estimado para sanitas (proposta inicial- 6 litros por uso)	57.979	l/dia
Consumo de água estimado para os urinóis (proposta inicial - 5 litros por uso)	20.707	l/dia

- C- Custo dos serviços: Os custos referentes ao consumo de água a serem utilizados para esta análise foram adquiridos através da média entre os valores reportados no ano de 2006, em relação aos três edifícios de referência, e actualizados ao ano de 2009 (onde foi considerada uma taxa de inflação de 2%) (tabela 10.10). Os valores de referência utilizados são definidos pelos encargos associados ao consumo de água (valores em euros, e referentes à disponibilidade e tratamento de água potável e residual) divididos pelos totais de água consumida nesse mesmo ano (valores expressos em m<sup>3</sup>). Do valor predefinido, ressalva-se que 35% da tarifa está a ser destinada para pagamento do tarifário referente ao tratamento da água residual após consumo (ou seja, noventa centimos por m<sup>3</sup> (0,90 €/m<sup>3</sup>)).



Tabela 10.10 – Custos médios associados ao consumo de água reais (2006) e estimados (2009).

Ano 2006	euros/m <sup>3</sup> (média anual)
DVP	3,17 €
DVC	2,08 €
DVD	2,01 €
Valor médio <b>2006</b>	<b>2,42 €</b>
<b>2009</b>	<b>2,57 €</b>

#### D- Principais pressupostos económicos / financeiros utilizados:

Os indicadores de avaliação económica utilizados neste trabalho foram baseados nos seguintes pressupostos:

- A taxa de desconto (actualização) utilizada para o cálculo do VAL foi de 5%
- O período de análise considerado foi de 15 e 20 anos
- A taxa de inflação média anual considerada foi de 2%
- Taxa de juro média anual de 4,5%
- O período de amortização de financiamento foi de 15 anos

#### E - Factores de emissão de CO<sub>2eq</sub>:

Nos critérios relacionados com a componente água foram aplicados os factores de emissões de CO<sub>2eq</sub> associados ao tratamento da água antes e após consumo (tratamento das águas residuais), dados adquiridos no Relatório de Sustentabilidade de 2007 da EPAL, em conjugação com os dados reportados pelo Inventário Nacional de Sistemas de Abastecimento de Águas e de Águas Residuais (INSAAR) e pelo Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC) (tabela 10.11 e 10.12).

Tabela 10.11 - Emissões de GEE associados ao tratamento de água (Fonte: EPAL, 2007).

Emissões associadas ao tratamento de água. (Epal, 2007)	2005	2006	2007
Volume total de água fornecida (milhões de m <sup>3</sup> )	218,8	211,2	209,1
Emissões directas (tonCO <sub>2eq</sub> )	1309	1322	1308
Emissões indirectas (tonCO <sub>2eq</sub> )	100193	90731	89577
Emissões totais (tonCO <sub>2eq</sub> )	101502	92053	90885
Factor de emissão (KgCO <sub>2eq</sub> /m <sup>3</sup> )	0,464	0,436	0,435
Factor de emissão de CO <sub>2eq</sub> a ser utilizado neste trabalho.			

Tabela 10.12 - Emissões de GEE associados ao tratamento de água residual (Fonte: Henriques A.C., 2008)

Emissões associadas ao tratamento residual (posterior ao consumo)	2005	Fonte
Volume total de água residual (milhões de m <sup>3</sup> )	327,35	2008, INSSAR
Emissões de CO <sub>2eq</sub> (MtonCO <sub>2eq</sub> )	2,55	PNAC- Resíduos (2005-2010)
Factor de emissão (KgCO <sub>2eq</sub> /m <sup>3</sup> )	7,79	PNAC / INSSAR
Factor de emissão de CO <sub>2eq</sub> a ser utilizado neste trabalho.		

#### F- Parâmetros Comparativos:

Por forma a verificar o impacto ambiental que as medidas relacionadas com a componente água possuíam, utilizou-se como parâmetro de referência o consumo de água *per capita* (média Europeia) fornecido pela EUREAU (Statistic Overview on Water and Waste water in Europe 2008) (Aquapor, 2009) e as emissões de CO<sub>2eq</sub> por cada habitante europeu, conforme os dados de 2007 (EEA, 2009) (ver tabela 10.13).

Tabela 10.13- Consumos anuais de água e emissão de GEE por habitantes europeus (Fonte: EUREAU, 2008 apud Aquapor, 2009) (Fonte: EEA, 2009).

Parâmetros de referência (EU)	
Consumo de água	183 litros/hab.dia
	66795 litros/hab.ano
	66,8 m <sup>3</sup> /hab.ano
Emissões de GEE	10,2 tonCO <sub>2eq</sub> per capita.ano

Os demais pressupostos que não estejam aqui contemplados, serão tratados individualmente durante o desenvolvimento dos diferentes critérios relacionados com a componente água, tendo em conta as suas especificidades. Exemplo: Estimativas de fugas de água dos equipamentos (critério Wat 4) e dados climatológicos (critérios Wat 5).

#### 10.2.2 Consumo eficiente da água (Wat 1)

##### Descrição e objectivos do critério

Os objectivos do critério são demonstrar que as especificações do projecto quanto às torneiras, chuveiros, urinóis e sanitas, incluem sistemas mais eficientes, com reduzida utilização de água potável, em comparação com sistemas standard. Os três créditos disponíveis para este critério são atribuídos mediante o cumprimento dos seguintes requisitos:

##### Primeiro crédito:

1. Todos os WCs (sanitários) devem ter um efectivo volume de descarga de 4,5 litros ou inferior;

2. O sistema com duplo fluxo deve ser especificado (este deverá conter instruções para o adequado funcionamento pelo utilizador).

Segundo crédito:

3. O segundo crédito poderá ser alcançado, desde que obtida uma das seguintes medidas:
  - a. Todos os WCs devem ter um efectivo volume de descarga de 3 litros ou inferior;
  - b. Todos os WCs devem cumprir os requisitos do primeiro crédito e estes devem estar providos de acção retardadora na entrada da válvula.
4. O sistema com duplo fluxo deve ser especificado (este deverá conter instruções para o adequado funcionamento pelo utilizador).

Terceiro crédito:

5. Cumprir, pelo menos, duas das acções abaixo especificadas, com o intuito de reduzir o consumo de água potável em termos anuais, sendo eles:
  - a. Todos os lavatórios, excepto torneiras de cozinha, devem ter uma taxa de fluxo inferior a 6 litros/min para uma pressão da água de 0.3 MPa, bem como assegurar o cumprimento de uma das seguintes acções:
    - Torneiras temporizadas (pneumáticas);
    - Torneiras com sensor electrónico;
    - Torneiras de fluxo reduzido (reguladores de fluxo) e monocomando;
    - Torneiras spray (poderá ser mais eficiente do que as torneiras com filtro arejador, em situações onde o fluxo da água seja reduzido. Por exemplo, para vazões de 1.7 litros/min a 3.5 litros/min).
  - b. Todos os chuveiros, quando especificados, devem ter uma taxa de fluxo não superior a 9 litros por minuto para uma pressão da água de 0.3MPa, bem como uma temperatura de 37°C;
  - c. Todos os urinóis devem ter um dos sistemas abaixo assinalados:
    - Urinóis com detector de presença;
    - Urinóis com reduzido fluxo, ou mesmo sem água.

Créditos disponíveis: 3 créditos.

### **Descrição do sistema**

De forma a alcançar os créditos disponíveis neste critério, apresentam-se a seguir algumas soluções propostas pelo BREEAM:

Sistemas com duplo fluxo: Uma das medidas aceitáveis, para a atribuição de um ou dois créditos, deve-se à introdução de sistemas com autoclismo de dupla descarga em 100% das instalações sanitárias (ver figura 10.1). Esta medida, bastante simples e acessível, quer em termos económicos quer em termos de oferta disponível no mercado português, refere-se a um sistema que permite a utilização de mais ou menos água dependente da necessidade do utilizador. No caso dos Centros Comerciais, não é aconselhável pelos fabricantes a utilização do sistema com 2 e 4 litros, pois colocaria em causa a salubridade do local.



Figura 10.1 - Autoclismo com duplo fluxo.

Os sistemas com duplo fluxo, têm um tempo de vida de aproximadamente 25 anos, e que permitem reduzir até 60% do consumo de água, quando comparado com um sistema convencional com fluxo de 9 litros (ver figura 10.2)

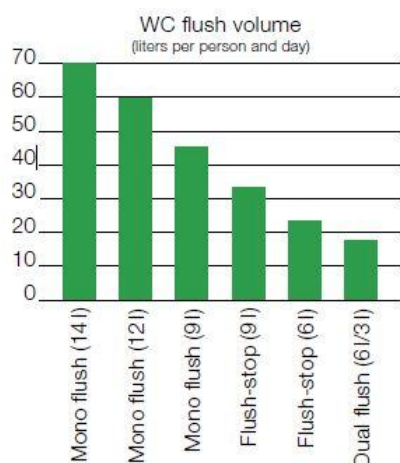


Figura 10.2- Comparação entre diferentes sistemas de autoclismo (Fonte: Geberit, 2005).

Torneiras com sistemas eficientes: o BREEAM disponibiliza diferentes soluções de torneiras eficientes. No entanto, como o enfoque deste trabalho se destina sobretudo a centros comerciais, apresentam-se assim soluções mais direccionadas para espaços públicos, nomeadamente, as

torneiras electrónicas e as pneumáticas. As duas soluções apresentadas promovem maior fiabilidade, robustez e redução da probabilidade de ocorrência de fugas e desperdícios, além do facto de reduzirem o risco de contaminação, quando comparado com outros sistemas convencionais.

As torneiras electrónicas (ver figura 10.3) funcionam através da aproximação das mãos ao sensor, ocorrendo a respectiva interrupção através do afastamento da mesma ou após um minuto de funcionamento. Este sistema reduz até 80% do consumo quando comparado com torneiras convencionais. Quando comparado com sistemas de monocomando (Geberit, 2008) (ver figura 10.4) reduz o consumo em 70%.



Figura 10.3- Torneira electrónica (Fonte: Geberit, 2008).



Figura 10.4- Comparação entre o consumo de diferentes torneiras (Fonte: Geberit, 2008).

Quanto às torneiras com sistema pneumático (ver figura 10.5), estas actuam através de um sistema de pressão no topo da torneira, libertando o fluxo de água em aproximadamente trinta segundos. Este sistema reduz até 75% do consumo de água quando comprado com uma torneira convencional. No caso de ser comparado com torneiras de monocomando (ver figura 10.6), a redução de consumo é de 60%.



Figura 10.5- Torneira pneumática (Fonte Geberit, 2008)

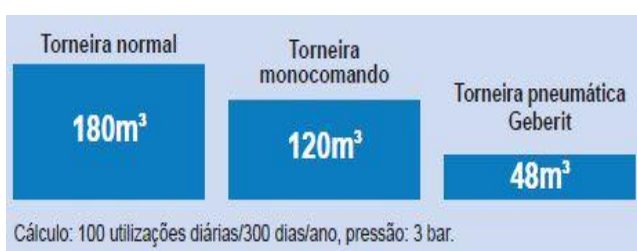


Figura 10.6- Comparação entre o consumo de diferentes torneiras (Fonte: Geberit, 2008).

Urinóis eficientes: Uma das soluções que foi apresentada para os urinóis, e que foi tema de análise neste trabalho, foram os urinóis sem água, tipo URIMAT ECO com display (ver figura 10.7). Este sistema de patente Suíça, é constituído com policarbonato, o que lhe garante a característica de ter um peso bastante reduzido (aproximadamente 4Kg).

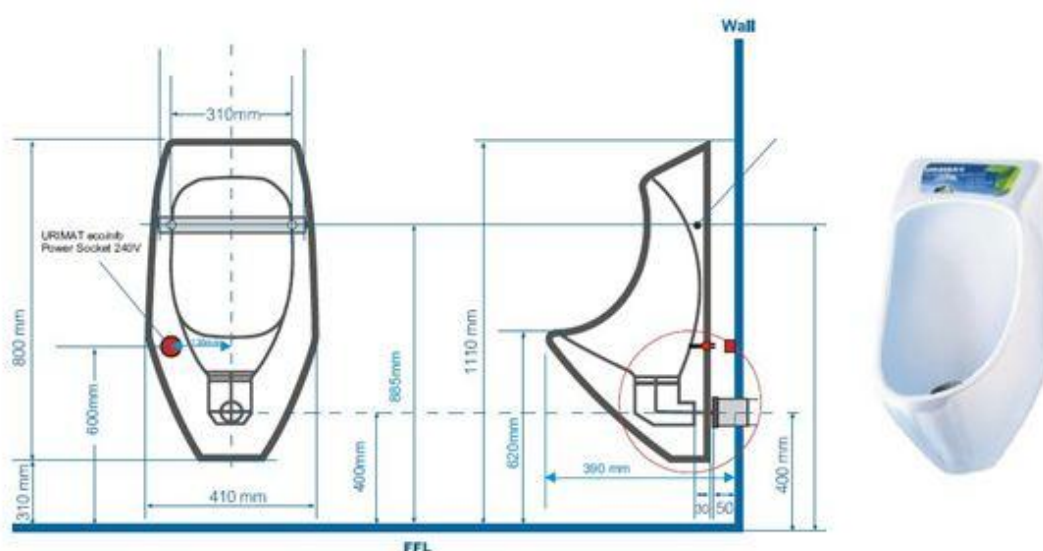


Figura 10.7 - Sistema de urinol sem água (URIMAT ECO com display) (Fonte: URIMAT, 2009).

A utilização de um sifão eliminador de cheiros, uma superfície não porosa e a adição de um granulado não bacteriano (impedindo o odor e o desenvolvimento de microrganismo), permite que o

sistema seja desprovido de canalização de água potável (ver figura 10.8). A limpeza é simples e realiza-se através de quaisquer produtos biodegradáveis (desde que não contenha cloro e álcool), de forma a impedir a concentração de calcário e a eventual obstrução na canalização de águas residuais.

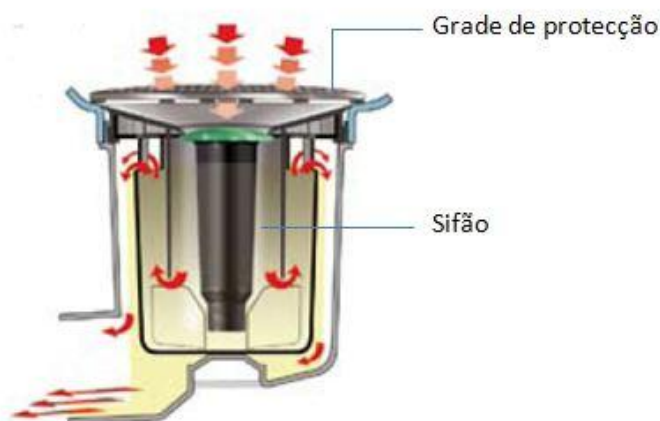


Figura 10.8 - Sistema de funcionamento do urinol sem água (URIMAT) (Fonte: URIMAT, 2009).

### **Aplicação prática ao caso de estudo**

Durante a verificação da aplicabilidade deste critério ao caso de estudo DVB, bem como aos edifícios de referência, observou-se que somente os lavatórios com torneiras eficientes estavam a cumprir os requisitos pré-determinados do BREEAM, ou seja, 100% dos empreendimentos já possuíam lavatórios com torneiras pneumáticas, e em alguns casos com sensores electrónicos. No entanto, conclui-se que estas medidas, inicialmente contempladas, não iriam garantir nenhuma pontuação neste critério. Assim, foi estudada a aplicação de novas medidas, nomeadamente, no que diz respeito aos sistemas de duplo fluxo (4,5litros), e de urinóis mais eficientes, de forma a alcançar no mínimo dois dos três créditos disponíveis.

Pontuação adquirida pelo caso de estudo: 0 créditos na proposta base (cenário2) e nos cenários de intervenção (cenário 3 e 4) o objectivo foi alcançar 2 créditos.

#### ▪ Dados gerais da análise:

Foram realizadas duas análises distintas, em conformidade com as exigências de dois dos três diferentes créditos disponibilizados pelo BREEAM, sendo eles:

**1º Análise:** Comparação de um sistema de autoclismo com um único fluxo com um sistema de duplo fluxo (proposta do 1º crédito da ferramenta BREEAM).

- **Proposta Base (inicialmente proposta para o DVB) (A):** Sistema Kombifix (Empresa Geberit), autoclismo de descarga única (6 litros por uso);
- **Proposta Sustentável (B):** Sistema Duofix (empresa Geberit), autoclismo de descarga diferenciada (duplo fluxo 3/6 litros – consumo efectivo 4,5 litros por uso).

**2º Análise:** Comparação entre os urinóis previstos para as casas de banho públicas e dos funcionários e um sistema mais eficiente (proposta exigida para alcançar o 3º crédito, em que tiveram de ser adicionadas duas acções exigidas, no mínimo, para o cumprimento do critério em referência (lavatórios + urinóis)).

- **Proposta Base (inicialmente proposta para o DVB) (A):**
  - 19 Urinóis Capri da SANITANA com fluxómetro electrónico para urinol VS anti-vandalismo GEBERIT (a solução representa 65% do total dos urinóis) (A1).
  - 10 Urinóis Mural da ROCA, série URITO com fluxómetros manuais (a solução representa 35% do total dos urinóis instalados) (A2).

Parte desta solução, inicialmente proposta para o DVB, poderia ser considerada para cumprimento de créditos definido pelo BREEAM (19 urinóis com fluxómetro electrónico), no entanto, como não foi verificada a sua instalação na totalidade do Centro Comercial, invalidou a obtenção de um crédito.

- **Proposta Sustentável (B):**
  - URIMAT eco com display, sistema de urinol sem água (a representar 100% das instalações dos urinóis).

- Resultados económicos e ambientais obtidos.

Relativamente à primeira análise realizada, e que é referente à substituição do sistema de autoclismo de descarga único (Kombifix) pelo sistema de autoclismo com duplo fluxo (Duofix), conclui-se que o investimento inicialmente realizado (investimento de aproximadamente **3.435 euros**, 32% superior ao investimento da proposta inicial) seria rapidamente recuperado (num período inferior a um ano), devido a ganhos anuais na ordem dos **13.597 euros**, referentes a custos associados ao fornecimento público que foram evitados.

Quanto ao aspecto ambiental, a pequena alteração do sistema conduziria a uma redução de 25% do consumo de água, o que se reflectiria anualmente numa redução de mais de **5000m<sup>3</sup>** de água



por ano (o equivalente ao consumo de aproximadamente **75 habitantes**), bem como numa redução anual de **43 toneladas de CO<sub>2eq</sub>**. (ver tabela 10.14).

Tabela 10.14 – Autoclismo de descarga única comparado com autoclismo com descarga variável (Resultados económicos e ambiental).

Dados Económicos	custo unitário	custo total (77autoclismo)
Custo inicial dos sistema A (sistema Kombifix)	139,26 €	10.723 €
Custo inicial do sistema B (Sistema Duofix)	183,87 €	14.158 €
Diferença do Investimento inicial	44,61 €	3.435 €
Encargos anuais (consumos) A		54.387 €
Encargos anuais (consumos) B		40.790 €
Ganhos económicos anuais ( da solução A comparado a soluçãoB)		13.597 €
% de Ganhos económicos		25%
Retorno do Investimento (anos)	<1 ano (inferior a 6 meses)	
VAL (Valor actual líquido) (15 anos)		156.213,60 €
TIR (Taxa Interna de Rentabilidade)		>100%

Dados Ambientais	consumo anual (Litros)	consumo anual (m3)
Total de água consumida na proposta A (sistema Kombifix)	21.162.276	21.162
Total de água consumida na proposta B (sistema Duofix)	15.871.707	15.872
Redução do consumo de água total	5.290.569	5.291
% de Redução do consumo de água		25%
Toneladas de CO <sub>2eq</sub> evitados anualmente (TonCO <sub>2eq</sub> )		43

Os resultados obtidos com a segunda análise, ou seja, a substituição dos urinóis inicialmente propostos para o DVB pelo sistema URIMAT (urinóis sem água), também se revelaram bastante significativos.

Na análise do investimento inicial das diferentes propostas teve-se em consideração os encargos com as tubagens (entrada de água potável), e que na solução sustentável (URIMAT) foram evitados, sendo previsto somente as instalações para tratamento de águas residuais. Quanto aos encargos associados aos produtos de limpeza utilizados, e especificamente no caso do URIMAT, aconselhou-se a utilização de produtos biológicos nas actividades de manutenção, o que apresentaria custos mais elevados comparativamente com as soluções convencionais. No entanto, pelo facto da utilização de produtos biológicos já ser uma prática comum nos Centros Comerciais em gestão, devido à Política de Gestão Ambiental da Chamartin Imobiliária, estes encargos acabaram por ser excluídos da análise.

Como poderá verificar-se na tabela abaixo (Tabela 10.15), o investimento adicional de **6.327 euros**, poderia ser recuperado em menos de um ano, devido a ganhos económicos anuais de **aproximadamente 18.757,09 euros**, resultantes da não utilização de águas de fornecimento público (neste caso, considera-se somente o custo para tratamento de águas residuais que foram utilizadas durante o processo de limpeza dos equipamentos, ou seja, aproximadamente 750 m<sup>3</sup> por

ano). Quanto aos resultados ambientais advindos destes, seriam bastante satisfatórios, com uma economia de **6.817 m<sup>3</sup>** de água por ano (o suficiente para fornecer água a **102 habitantes por ano**), e equivalentes a uma emissão de gases de **56 TonCO<sub>2eq</sub>**.

Tabela 10.15 – Proposta inicial do DVB comparado com o sistema de urinóis sem água (URIMAT) – Resultados económicos e Ambientais.

Dados Económicos	Custo unitário	custo total
Custo inicial dos sistema A1(19 unidades) (inclui tubagens)	388,55 €	8.665,59 €
Custo inicial dos sistema A2 (10 unidades) (Inclui tubagens)	128,32 €	
Custo inicial do sistema B (29 unidades)	517,00 €	14.993,00 €
Diferença do Investimento inicial		6.327,41 €
Encargos anuais (consumos) A (exclui produtos de limpeza)		19.423,95 €
Encargos anuais (consumos) B (exclui produtos de limpeza)*		666,86 €
Ganhos económicos anuais ( da solução A comparado a soluçãoB)		18.757,09 €
% de Ganhos economico		96,57%
Retorno do Investimento (anos)	<1 ano (inferior a 6 meses)	
VAL (Valor actual líquido) (15 anos)		213.594,58 €
TIR (Taxa Interna de Rentabilidade)		> 100%

\* encargo referente ao tratamento da água residual necessária durante a limpeza dos equipamentos.(encargos contemplados refere-se somente a taxa de tratamento de águas residuais)

Dados Ambientais	consumo anual (Litros)	consumo anual (m3)
Total de água consumida na proposta A (A1+A2)	7.557.956	7.558
Total de água consumida na proposta B (URIMAT)	740.950	741
Redução do consumo de água total (ano)	6.817.006	6.817
% de Redução do consumo de água		90%
Toneladas de CO <sub>2eq</sub> evitados anualmente (TonCO <sub>2eq</sub> )		56

Observou-se que muitas das medidas adoptadas para a redução do consumo da água são bastante rentáveis, devido à facilidade de implementação dos sistemas e da sua disseminação no mercado, assim como potenciadas pelos custos acessíveis rapidamente recuperados, e mesmo quando conjugadas com o aproveitamento de águas captadas localmente.

É importante ressaltar que ao conciliar esta medida com o aproveitamento das águas da chuva (conforme definido pelo critério Wat 5, que será mais a frente apresentado) ou águas freáticas, os resultados económicos mantêm-se bastante rentáveis, pois em ambas as situações, os encargos relativos à taxa de tratamento da água residual (aproximadamente 35% dependente do município), seriam sempre considerados.

### 10.2.3 Sanitários com sistemas de corte (Shut-off) (Wat4)

#### Descrição e objectivos do critério

Os objectivos do critério são reduzir o risco de fugas de água nos equipamentos dos WCs. Os comprovativos requeridos para a atribuição de um crédito são:

As válvulas solenóides deverão ser instaladas nos equipamentos sanitários (em cada bloco de casas de banho do empreendimento), e os fluxos de água, através dos equipamentos, devem ser controlados da seguinte forma:

- Detectores de movimento (infra-vermelhos);
- Sensores ou interruptores à entrada de cada instalação.

Crédito disponível: 1 crédito.

A proposta inicial do projecto Dolce Vita Braga não contemplava a introdução deste sistema, e, não se verificou a sua utilização em nenhum dos casos de estudos de referência.

### Descrição do sistema

O sistema de corte ("Shut-off") tem a função de bloquear a saída de água das instalações públicas, no caso de ausência de pessoas. Com a colocação de uma electroválvula a jusante dos contadores (proposto para cada bloco de casa de banho), bem como com a interacção funcional destes com os sensores de presença, ou contadores de pessoa, durante períodos de vazio, reduzir-se-ia o risco de perdas de água nas sanitas, urinóis e lavatórios (Figura 10.9 e 10.10). O sistema também poderia estar associado aos sensores de presença de iluminação e ventilação mecânica.



Figura 10.9 – Electroválvulas (Solenóides) e sensores de presença.

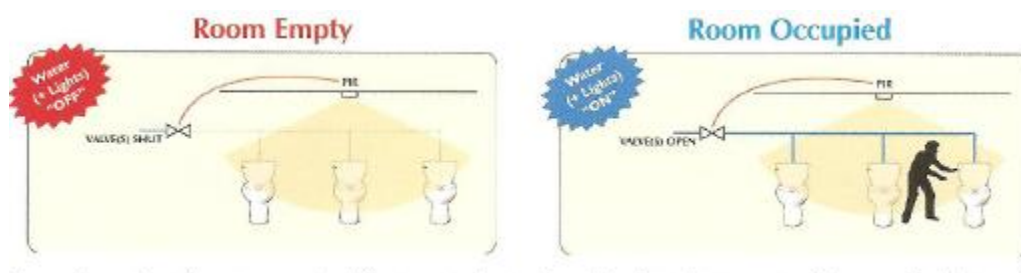


Figura 10.10 – Esquema de funcionamento do Sistema de corte (Shut-off) (Fonte: Robert Pearson, 2008).

Os sensores (com diâmetro de actuação de cinco metros) poderiam ser inseridos nos corredores dos sanitários (não sendo necessária a sua instalação por cabine), no entanto, deveria ser atribuído um período de tempo mais ajustado (mais prolongado), para que não se verificassem situações indesejáveis. Esse tipo de situações poderia suceder com o fechamento da válvula de água e iluminação ainda na presença de visitantes dentro das respectivas cabines (áreas não detectadas pelo sensor). Outra alternativa aos sensores de presença, são os contadores de pessoas na entrada dos sanitários (actualmente propostos para o DVB).

### **Aplicação prática ao caso de estudo**

Este critério abrange as perdas intermitentes que poderiam ser verificadas em equipamentos com falhas mecânicas, ou que sofreram algum tipo de vandalismo. No entanto, a maior dificuldade foi encontrar um valor de referência para poder realizar-se a análise de viabilidade económica e ambiental. Ou seja, somente através de estimativas foi possível definir eventuais perdas/vazamento visíveis de água dos equipamentos. Isso porque, o que estava a ser verificado não era a possível fuga nas tubagens (por exemplo, canalizações de incêndio e outros percursos das tubagens), que facilmente poderiam ser detectadas nas facturas de consumo de água (totalizador menos os consumos parciais). Neste caso, referem-se as perdas (desperdícios) associadas aos consumos finais, ou seja, que poderiam ser detectadas directamente nos equipamentos irregulares e contabilizadas como consumo final.

*Fugas = Totalizador – consumos registados nos contadores parciais (incluindo as perdas visíveis).*

*Desperdício = perdas visíveis em equipamentos com defeito, que possuem difícil contabilização pois estão incluídos nas respectivas facturas de consumo.*

Nesse sentido, foi preciso definir um valor estimado para perdas visíveis anuais, com o intuito de calcular o retorno do investimento realizado.

Para realizar o estudo, consideraram-se duas referências distintas, a primeira, proposta pelo manual BREEAM, e a segunda, definida por um estudo realizado pela empresa brasileira de instalações sanitárias DECA.

Desde já, pode afirmar-se que para o cálculo da viabilidade económica foram utilizados os valores referenciados no manual do BREEAM (ver abaixo referência<sup>1</sup>), tendo em consideração que na referência 2 (que será a seguir apresentada), as estimativas foram baseadas em perdas visíveis identificadas, o que provavelmente não se aplicaria nos primeiros anos do empreendimento do DVB.

No entanto, para efeito de comparação, e como exemplo do que poderia ocorrer após um período de utilização e durabilidade dos equipamentos, serão apresentadas as duas referências.

**Referência 1** – No manual do BREEAM para assessores, defende-se que as fugas nas válvulas de urinóis e /ou sanitas são variáveis, no entanto, está prevista uma **estimativa mínima de 4 litros/dia por válvula da instalação** (BRE, 2008).

**Referência 2** – Valores médios de consumo previstos, de acordo com as perdas visíveis verificadas em lavatórios, sanitas e urinóis poderão ser visualizados nas Tabela 10.16 e 10.17.

A ter em conta na análise, nos lavatórios, foram considerados os dados relativos ao melhor cenário (gotejamento lento). Nos casos das perdas visíveis em sanitas e urinóis, que são definidas pelos vazamentos provenientes dos furos de lavagem localizados na argola da loiça sanitária, considerou-se para o caso de estudo o menor número de furos (de 1 a 3), em conformidade com o que estava proposto no projecto inicial.

Tabela 10.16- Perdas diárias associados ao vazamento visíveis dos lavatórios (Fonte: Oliveira L., 2002)

vazamento	Frequência (gotas por min)	Perda diária (L/dia)
Gotejamento lento	até 40 gotas/min	06 a 10
Gotejamento médio	$40 < n^{\circ} \text{ gotas/min} \leq 80$	10 a 20
Gotejamento rápido	$80 < n^{\circ} \text{ gotas/min} \leq 120$	20 a 32
Gotejamento muito rápido	Imposs. contabilizar	>32
Filete $\theta \approx 2\text{mm}$	Imposs. contabilizar	>114
Filete $\theta \approx 4\text{mm}$	Imposs. contabilizar	>333

Tabela 10.17- Perdas diárias associados aos vazamentos das sanitas e urinóis (Fonte: DECA, 2001 apud Oliveira L., 2002).

Número de furos de lavagem	correspondente de vazamento (l/min)	Perda mensal (L/mês)	Perda diária (L/dia)
1 a 3	0,1	4.320	144
3 a 6	0,3	12.960	432
mais furos	0,5	21.600	720

Considerando a aplicação das duas referências utilizadas (Referência 1 e 2) ao caso de estudo, Dolce Vita Braga, obteve-se aos seguintes resultados:

**Referência 1:** Para calcular as perdas em conformidade com a primeira referência (Manual BREEAM), foi preciso reportar o número de equipamentos previstos para assim definir os valores aplicados na tabela abaixo (Tabela 10.18). Ao multiplicar as perdas estimadas pelo número de equipamentos propostos para o DVB, foi possível descrever uma perda diária de aproximadamente **788 litros por dia**, o que equivale a um valor residual de **0,39%** do consumo diário previsto para o

Centro Comercial (200.760 litros por dia). No caso desta medida estar conjugada com equipamentos eficientes propostos no critério Wat1 (167,588 litros por dia), esta representa perdas de **0,47%**.

Tabela 10.18 - Perdas estimadas em função do número de equipamentos sanitários previstos para o DVB.

	Número de equipamentos	Perdas estimadas litros/dia	Total (litros/dia)
sanitas	82	4	328
urinóis	29	4	116
lavatórios	77	4	308
chuveiros	9	4	36
<b>Total</b>			<b>788</b>

Referência 2: Quanto aos resultados obtidos na segunda referência (empresa Deca), inicialmente foi necessário definir uma estimativa para o número de equipamentos sanitários com vazamento, e neste caso, considerou-se dez por cento (10%) dos equipamentos (ver tabela 10.19). Este valor, relativamente baixo, entretanto bastante enquadrado com a realidade dos centros comerciais, teve em consideração o elevado controlo dos serviços existentes nos referidos Centros Comerciais geridos pela empresa. Se considerarmos uma análise de 20 anos, é provável que nos primeiros anos de utilização dos equipamentos não venha a existir a ocorrência de fugas. As perdas serão intensificadas com o uso e com os anos de vida do equipamento.

Os resultados obtidos, relativo às perdas associadas a este critério, foram de aproximadamente **1792 litros por dia**, o que equivaleria a **0,89%** do total consumido diariamente no DVB (200.760 litros/dia). No caso desta medida estar conjugada com equipamentos eficientes propostos no critério Wat1 (167,588 litros por dia), esta representa perdas de **1,07%**.

Tabela 10.19 - Perdas estimadas em função da estimativa de equipamentos sanitários irregulares.

	Número de equipamentos	Perdas estimadas litros/dia	Total (litros/dia)
Lavatórios	8	8	<b>64</b>
sanitas e urinóis	12	144	1728
<b>Total estimado (l/dia)</b>			<b>1792</b>

Com base nos valores apresentados pela referência 1 (788 litros por dia de perdas de água), expõe-se de seguida o estudo de viabilidade realizado para este critério.

A- Número de equipamentos necessários e investimentos associados: O investimento referente a este critério calculou-se com base na instalação de electroválvulas (solenóides) a jusante do contador de cada bloco de casas de banho públicas e dos funcionários (dezoito no total), na colocação de sensores de presença ou contadores de pessoas, e nas instalações eléctricas associadas, conforme poderá verificar-se na tabela 10.20.

Encontram-se também calculados, os custos unitários e o total do investimento necessário para o cumprimento destes critérios, aplicados ao caso de estudo.

No caso do DVB, foram excluídos os encargos associados aos sensores de presença, tendo em conta que já estavam a ser previstos os contadores de pessoas (ver tabela 10.21). Estes equipamentos possuem a finalidade de controlo de fluxos e monitorização do número de visitantes dos WCs. O objectivo desta monitorização seria auxiliar a execução de futuros projectos, na definição de números adequados de instalações sanitárias.

Tabela 10.20 – Materiais necessário para aplicação do sistema de corte (shut-off) nos WCs do DVB (incluindo preços e quantidade)(Fonte: VHM, 2008).

Equipamentos	Quantidade	Unidade	custo unitário	Custo total
Solenoides DN Ø 16 a Ø 90	18	UNI.	175,00 €	3.150,00 €
Sensores de presença	18	UNI.	150,00 €	2.700,00 €
Instalação eléctrica associada	18	UNI.	125,00 €	2.250,00 €
<b>Custo total</b>			<b>450,00 €</b>	<b>8.100,00 €</b>

Tabela 10.21 – Sistema de Corte (shut-off) a excluir aos gastos associados aos sensores de presença (substituídos pelos contadores de pessoas, já previstos no projecto)

Equipamentos	Quantidade	Unidade	custo unitário	Custo total
Solenoides DN Ø 16 a Ø 90	18	UNI.	175,00 €	3.150,00 €
Contadores de pessoa	18	UNI.	n.c.	n.c.
Instalação eléctrica associada	18	UNI.	125,00 €	2.250,00 €
<b>Custo total</b>			<b>300,00 €</b>	<b>5.400,00 €</b>

n.c. - não contabilizado, pois seus encargos já estavam previstos no projecto.

**B- Custos associados:** Conforme referido no início deste capítulo, os custos associados ao fornecimento de água, serão no valor de dois euros e cinquenta e sete cêntimos por metro cúbico (**2,57 euros / m<sup>3</sup>**).

▪ Informação geral dos produtos a serem comparados.

Neste critério não será realizada a comparação entre dois produtos distintos mas sim, a análise de dois cenários distintos, ou seja, o caso de estudo com e sem a aplicação do sistema de corte (Shut-off).

▪ Resultados económicos e ambientais obtidos.

Como foi anteriormente mencionado, para o cálculo de viabilidade económica e ambiental foram consideradas as perdas estimadas da Referência 1, ou seja, aproximadamente **788 litros por dia**

(283,68 m<sup>3</sup> por ano), o equivalente ao consumo de água de, aproximadamente, **4 habitantes europeus**. Na tabela 10.22, verificam-se os resultados finais obtidos.

Tabela 10.22 – Resultados económicos e ambientais referentes à aplicação do sistema de corte.

Dados económicos		
Aplicação do sistema shut-off	Custo unitário por bloco Wcs	Para o DVB (excluindo o custo dos sensores)
Investimentos inicial (euros)	300,00 €	5.400,00 €
Estimativas de consumos evitados (l/dia)	-	788
Estimativas de consumos evitados (l/mês)		23640
Estimativas de consumo evitados (m <sup>3</sup> /mês)		23,64
Estimativas de consumo evitados (m <sup>3</sup> /ANO)		<b>283,68</b>
custos dos serviços (€/m <sup>3</sup> )		2,57 €
custos mensais evitados (€)		60,75 €
custos anuais evitados (€)		<b>729,06 €</b>
Retorno do investimento		<b>9</b>
VAL (Valor Actual Líquido) (15 anos)		<b>2.118,31 €</b>
TIR (Taxa Interna de Rentabilidade)		<b>10%</b>
Dados ambientais		
Redução do consumo de água (m <sup>3</sup> / ano)		283,68
Toneladas de CO <sub>2eq</sub> evitados anualmente (TonCO <sub>2eq</sub> )		2,33

#### 10.2.4 Reaproveitamento e reciclagem da água (Wat 5)

##### Descrição e objectivos do critério

O objectivo deste critério, é encorajar a colecta, tratamento, e reutilização de águas residuais (cinzentas) e/ou águas pluviais em instalações públicas (urinóis e sanitas), onde não seja necessária a utilização de água potável.

Desta forma, estão disponíveis dois créditos que poderão ser alcançados através da implementação de **uma das estratégias abaixo especificadas**:

- Deverá ser feito o armazenamento da água da chuva e o depósito deverá assegurar pelo menos 50%:
  - Do total da água das chuvas armazenado na cobertura durante um *período de colecta definido*<sup>35</sup> pelo BREEAM ou
  - A água das chuvas armazenada seja suficiente para o consumo de água para autoclismos para um período de colecta definido (18 dias).

<sup>35</sup> Período de colecta definido – Foi definido no Manual BREEAM um período de colecta de 18 dias. Isto equivale a aproximadamente 5% do total de chuva prevista para o local.



2. As águas residuais provenientes de lavatórios e chuveiros devem ser colectadas em mais de (ou igual a) 80% e desta, pelo menos uma parte (mínimo de 10%) deverá ser utilizada nas sanitas e urinóis.
3. As águas residuais e a água das chuvas devem ser colectadas em pelo menos 50% dos seguintes casos:
  - O Total de água prevista para consumo em sanitários e urinóis durante o *período de colecta* conforme anteriormente definido. OU
  - O total de água previsto para consumo em sanitários e urinóis durante o período de colecta e para rega (onde especificado).

Créditos disponíveis: 2 créditos.

Quanto ao cumprimento destes critérios, aplicados ao caso de estudo inicial, este não foi cumprido. Neste sentido, o objectivo desta secção, será analisar e comparar o actual cenário em relação a uma solução que venha a contemplar o aproveitamento pluvial, conforme definido pela primeira estratégia.

### **Descrição do sistema**

O aproveitamento da água da chuva refere-se ao procedimento de captação, tratamento, armazenamento e utilização de águas pluviais captadas em áreas impermeáveis. As principais vantagens do aproveitamento pluvial consistem na promoção das seguintes acções:

- Preservação dos recursos naturais, através da redução do consumo de água potável em actividades em que esta não seja requerida. O uso mais comum verifica-se no encaminhamento para rega, autoclismo, lavagem de carros e de pavimentos;
- Redução e controlo do excesso de escoamento superficial em áreas urbanas, principal responsável por inundações em zonas urbanas;
- Solução alternativa e bastante vantajosa para locais sem acesso a redes de canalização pública.

Os principais procedimentos que se deverão ter em consideração durante a instalação deste sistema referem-se aos cuidados durante a captação e até à distribuição, onde se destacam:

- Sistema de captação - o projectista deverá ter em consideração a capacidade de armazenamento de água no edifício (principalmente cobertura), a utilização de materiais que maximizem a captação de água, o índice pluviométrico local, bem como conhecer as estimativas de consumo de água necessárias para o edifício;

- Sistema de drenagem - é definido pelo sistema de recolha e pelas condutas verticais e horizontais que descarregam nas caixas de visita, conduzindo assim a água recolhida para o poço de bombagem. No caso de coberturas planas, preconiza-se a utilização de sistemas de ralos sem pendentes tipo "Pluvia" ou equivalente (estes sistemas promovem a recolha da água através de um sistema de pressão mais eficaz comparado com um sistema convencional);
- Sistema de descarte - Aconselha-se o processo de rejeição de águas de escoamento que sejam inicialmente colectadas na cobertura, isto devido à elevada concentração de sujidade identificadas no primeiro volume de água colectado. Neste caso, e através de um sistema de "by-pass", é possível conduzir a água descartada para redes de drenagem públicas (ver figura 10.11);
- Sistemas de depuração - têm a função de filtrar a água antes de serem reencaminhadas para as cisternas (ver figura 10.11).



Figura 10.11 - Exemplo de sistema de depuração encontrado no mercado (fonte: 3Ptechnik, 2009).

- Sistema de armazenamento - é composto por cisternas, que têm a função de armazenar a água colectada, antes da respectiva distribuição. As cisternas podem ser encontradas em diferentes tipos de materiais (chapa de aço-carbono, betão armado, entre outros);
- Sistema de distribuição - Deverá ser previsto a duplicação das redes de conduta, assim como a identificação dos pontos de água potável e não potável. Através desta acção, além de evitar a eventual contaminação, proporcionará aos utilizadores o conhecimento de quando estão a utilizar um sistema ou outro.

Para o sucesso do sistema é importante que um sistema de monitorização e controlo da qualidade seja periodicamente efectuado.

### Aplicação prática ao caso de estudo

O presente estudo enquadra as vantagens associadas ao aproveitamento da água das chuvas, relacionando as vertentes ambientais e económicas aplicadas ao caso de estudo Dolce Vita Braga, e em conformidade com as suas características climáticas.

De modo a realizar este estudo foram definidos dois cenários distintos, sendo eles:

- **Proposta base (A):** sistema sem aproveitamento de água das chuvas, ou seja, 100% do consumo dos urinóis e sanitas (e eventualmente rega) abastecidos através da rede pública.
- **Proposta sustentável (B):** sistema com aproveitamento da água das chuvas conjugada (sempre que necessário) ao sistema da rede pública. A água a ser reaproveitada será utilizada para urinóis e sanitas, e eventualmente rega.

Um dos primeiros procedimentos deste estudo foi identificar as características pluviométricas locais e informações construtivas do edifício. Estes dados foram fundamentais para preencher a equação disponibilizada pelo BRE, e de forma a calcular o volume de água das chuvas colectada na área de captação do edifício (neste caso a cobertura) durante um período de colecta determinado (18 dias, equivalente a 5% da água da chuva anual), o objectivo foi através deste cálculo otimizar o tamanho dos reservatórios (ver equação 10.1)

$$V = \Sigma (A_{RF} \times C \times R_{co-eq} \times F_{co-eq} \times D_{col}) \quad [10.1]$$

Onde:

V – Volume de água das chuvas para o período de colecta definido

$A_{RF}$  - Índice de pluviosidade no local (mm)

C – área de captação da água da chuva ( $m^2$ )

$R_{co-eq}$  - Coeficiente de escoamento (sistema de drenagem definida em função da inclinação e dos materiais utilizados na cobertura), que para o caso de estudo será considerado um coeficiente de 0.5 (ver tabela 10.23)

$F_{co-eq}$  - Coeficiente de filtragem

$D_{col}$  – Período de colecta definido: 18 dias /365 dias = 0.05

Tabela 10.23- Coeficiente de escoamento em função do tipo de cobertura (Fonte: BRE, 2008).

Tipo de cobertura	coeficiente de escoamento
Cobertura inclinada	0.75- 0.9
Cobertura plana com telha lisa	0,5
Cobertura plana com cascalho	0.4-0.5

Neste contexto, na tabela a seguir (tabela 10.24) poderá ser identificada a quantidade de água pluvial a ser captada de acordo com os valores definidos pela ferramenta BREEAM para o caso de um estudo específico. Nesta análise considerou-se o índice pluviométrico de Braga, com base nos valores disponibilizados pela NASA (média mensal dos últimos 22 anos) e do Instituto Meteorológico Nacional (que define a média anual com base nos últimos 50 anos), bem como as características construtivas do caso de estudo. As referidas características são definidas por uma área de captação de aproximadamente trinta e oito mil metros quadrados (ver figura 10.12), composta por uma cobertura plana revestida com ladrilho hidráulico na superfície (superfície lisa – 0,5) e dotado de sistemas de colecta bastante eficientes (sistemas “Pluvia tipo Geberit”).

Tabela 10.24 – Colecta da água da chuva aplicada ao caso de estudo DVB.

Cálculos da área para colecta de água da chuva no DVB	
Índice de pluviosidade no local (MM) ( $A_p$ )	1659
Área de captação da água da chuva ( $m^2$ ) (C)	38.065
Coeficiente de escoamento (conforme o tipo da cobertura) ( $R_{co-eq}$ )	0,5
Eficiência do filtro ( $F_{co-eq}$ )	0,9
Período de colecta ( $D_{col}$ ) 18 dias (5%)	5%
Volume da água da chuva a ser captada (litros) (V)	1.420.871
Objectivo Breeam (o depósito dimensionado para obter 50% da água relativo ao total da cobertura equivalente ao periodo de colecta (18 dias) (5% da água da chuva anual) (litros)	<b>710.436</b>



Figura10.12 – Área para captação da água pluvial no DVB (Fonte: Chamartín Imobiliária, 2010).

Com base nos resultados obtidos, e de forma a cumprir os requisitos determinados pelo critério Wat5, o caso de estudo deveria possuir um reservatório com capacidade de armazenamento de água pluvial de 711 m<sup>3</sup> (setecentos e onze metros cúbicos). Neste sentido, os passos seguintes passaram por identificar os pressupostos utilizados e calcular os investimentos necessários.

Consideraram-se nesta análise os seguintes pressupostos:

- No edifício existem diferentes utilizações que não necessitam de água potável, tal como anteriormente referido. Contudo, para efeito deste estudo, será considerado o aproveitamento da água das chuvas para sanitas, urinóis (conforme exigência do BREEAM) e para rega;
- Conforme a tabela 10.9, no início deste capítulo, o consumo de água previsto para sanitas e urinóis no DVB foi de aproximadamente 78.686 litros por dia (aproximadamente 57.979 Litros/dia referente às sanitas e 20.707 Litros/dia referente aos urinóis) e para a rega, estimando-se um consumo diário de 39.880 Litros. Contudo, como o cumprimento deste critério se encontra conjugado com as medidas eficientes propostas no critério Wat 1, considera-se conveniente analisar os efeitos deste critério com os consumos resultantes da aplicação do respectivo critério (autoclismo com sistema de duplo fluxo e urinóis sem água) (ver tabela 10.25).

Tabela 10.25- Consumos referentes a proposta inicial do DVB, e consumos resultantes da aplicação de medidas eficientes (Critério Wat 1- secção 10.2.2).

DVB (base)			DVB (c/ medidas eficientes)		
População (fixa +flutuante)	34.511	hab/dia	População (fixa +flutuante)	34.511	hab/dia
Total do consumo da população (fixa+flutuante)	200.760	l/dia	Total do consumo da população (fixa+flutuante)	167.588	l/dia
Consumo de água estimado para sanitas (proposta inicial- 6 litros por uso)	57.979	l/dia	Consumo de água estimado para sanitas (proposta inicial- 4,5 litros por uso)	43.484	l/dia
Consumo de água estimado para os urinóis (proposta inicial - 5 litros por uso)	20.707	l/dia	Consumo de água estimado para os urinóis (proposta inicial - 0 litros por uso)	2.030	l/dia
total	78.686	l/dia	total	45.514	l/dia

- Os custos a serem considerados referem-se aos encargos associados ao abastecimento público no valor de dois euros e cinquenta e sete cêntimos por metro cúbico (2,57 €/ m<sup>3</sup>) (conforme definido na tabela 10.10). Ressalva-se que ao utilizar as águas da chuva ou as águas freáticas, uma parcela do custo será evitado (taxa de tratamento da água), no entanto, a taxa referente ao tratamento das águas residuais continuará a ser contemplada.

Somente no caso do aproveitamento das águas cinzentas é que este encargo não seria considerado, tendo em conta que estas seriam reutilizadas.

- Os encargos associados ao sistema de drenagem e caixa de visitas (filtragem mecânica), não foram considerados no investimento por já estarem contemplados na proposta inicial. A única alteração é a quantidade de água a reaproveitar (volume exigido pela ferramenta BREEAM), e que seria encaminhada para os reservatórios internos.
- O estudo considerou os seguintes investimentos a serem reportados (ver tabela 10.26):

Tabela 10.26 - Investimentos associados ao aproveitamento da água pluvial com reservatório realizado “em situ” (VHM, 2008).

Equipamentos	unidade	Quantidade	custo unitário	Custo total
Poço de Bombagem enterradas (30 m <sup>3</sup> ) com elevada profundidade	un	1	21.961,65 €	21.961,65 €
Bombas submersíveis (sistema com 2 bombas com caudal com 8 litros/s cada uma)	un	1	14.975,00 €	14.975,00 €
Reservatórios em betão armado "in situ" (inclui betão, cofragem, armadura e acabamento)	m <sup>3</sup>	710	14,28 €	10.138,80 €
Grupo de bombagem para sanitas e urinóis	ml	1	13.000,00 €	13.000,00 €
Grupo de bombagem para rega	ml	1	13.000,00 €	13.000,00 €
Rede de tubagem sanitas (75mm)	ml	100	28,00 €	2.800,00 €
Rede de tubagem urinóis (25mm)	ml	70	8,00 €	560,00 €
Rede de tubagens para rega (100mm)	ml	600	53,00 €	31.800,00 €
Total do investimento (principais encargos)				<b>108.235,45 €</b>

Aos equipamentos acima assinalados, devem acrescentar-se algumas notas adicionais:

1. O principal encargo do poço de bombagem enterrado está associado à movimentação de terras (escavação do terreno com elevada profundidade). O poço de bombagem proporciona a recolha da água das chuvas e a bombagem para os reservatórios através de bombas submersíveis.
2. Bombas submersíveis (sistema com 2 electrobombas com capacidade de bombar 8 litros/segundo cada uma). Estas localizam-se dentro do poço de bombagem e têm a função de bombar a água das chuvas para os reservatórios. No seu encargo encontram incluídos acessórios indispensáveis, tais como: interruptor de corte geral, sinalizador luminoso de operação e disparo térmico de aviso (em caso de avaria), falta de água ou reservatório cheio, entre outros.

3. No caso da utilização da água das chuvas é necessário prever a duplicação das redes de tubagens, que deverão ter a canalização separada do sistema a ser abastecido pela rede pública (água potável). É importante que o utilizador tenha conhecimento deste reaproveitamento, de forma a evitar utilizações indevidas.
4. Como o objectivo passa por direccionar prioritariamente a água pluvial para os sanitários e o restante para a rega, foi necessário definir duas “alturas de pesca”<sup>36</sup> diferenciadas nas cisternas (Reservatórios), ou seja, uma opção para rega e outra para sanitas e urinóis. Neste sentido, verificou-se a necessidade de adicionar mais um grupo de bombagem para a rega, pois caso contrário, este custo adicional poderia ter sido evitado, bastando somente um grupo de bombagem.

Outra solução alternativa ao reservatório de betão armado “in situ”, seria a utilização dos depósitos de armazenamento pré-fabricados. Ao solicitar-se a cotação para fornecimento, transporte e apoio técnico a uma empresa especializada, no caso de depósito de 710 m<sup>3</sup>, concluiu-se que os valores eram bem superiores aos valores anteriormente propostos (verificar tabela 10.27). A primeira proposta demonstrou-se bem mais aliciante.

Tabela 10.27- Proposta alternativa ao reservatório realizado “in situ”: depósito pré-fabricado de chapa de aço carbono.

Equipamentos	unidade	Quantidade	custo unitário	Custo total
Reservatório Subterrâneo fabricado em chapa aço carbono (capacidade 200.000Litros)	un	4	32.121,43 €	128.485,72 €

#### ▪ Resultados económicos e ambientais obtidos

Antes de apresentar os resultados obtidos, é importante ressaltar que o índice pluviométrico de Braga foi bastante satisfatório para obter um retorno do investimento reduzido, o que provavelmente não aconteceria noutras regiões do País com menor ocorrência de chuva. Como se poderá observar na tabela 10.28, a captação média anual de água das chuvas é praticamente suficiente para fornecer 90% das necessidades de consumo de sanitas, urinóis e rega. Parte desta capacidade, deve-se à conjugação do aproveitamento da água das chuvas (critério Wat 5) com o critério referente às medidas eficientes introduzidas, e conforme proposto pelo critério Wat1. Caso contrário, conforme os consumos inicialmente previstos para o DVB, esta captação atenderia aproximadamente 65% das necessidades.

---

<sup>36</sup> “alturas de pesca” - referem-se à tubagem de saída dos reservatórios para os usos afins.

Tabela 10.28 – Captação (média anual) da água da chuva comparada com o consumo estimado de água para urinóis e sanitas (com medidas eficientes aplicadas) e rega.

	volume (Litros)	Volume (m <sup>3</sup> )
Estimativa média de água da chuva captada por ano	28.295.349	28295
Consumo estimado - sanitas e urinóis (por ano)	16.612.657	16613
Consumo estimado para rega (por ano)	14.556.200	14556

Com base nos valores de captação e consumo de água, bem como nos restantes pressupostos apresentados, obtiveram-se os seguintes resultados (ver tabela 10.29):

Com o aproveitamento da água da chuva no local, estima-se que seria evitado um volume de água potável de aproximadamente 28.295 m<sup>3</sup> por ano. No caso do DVB, esta utilização implicaria uma redução de encargos anuais com abastecimento da rede pública de aproximadamente 47.267,38 € (quarenta e sete mil, duzentos e sessenta e sete e trinta e oito cêntimos). Neste caso, um investimento inicial de 108.235,45 € poderia ser rapidamente recuperável numa média de 2 anos.

Quanto aos ganhos ambientais, além da redução do consumo anteriormente mencionado, e que seria o equivalente à necessidade de consumo de 423 habitantes europeus por ano, estima-se uma redução de emissões de CO<sub>2eq</sub> de aproximadamente 12TonCO<sub>2eq</sub>. Apesar do elevado volume de água evitado, este valor define-se como pouco expressivo quando comparado com as emissões de CO<sub>2eq</sub> associadas às medidas de eficiência propostos no critério wat 1, ou que supostamente ocorreriam, caso a solução para este critério passasse pelo reaproveitamento e reciclagem das águas cinzentas. Tal situação deve-se ao facto de o aproveitamento da água das chuvas (ou freáticas), assim como se verificou na respectiva análise económica, evitar a utilização de água potável advinda da rede pública bem como as suas emissões (aproximadamente 0,435 KgCO<sub>2eq</sub>/m<sup>3</sup>, ver tabela 10.11). No entanto, no que se refere às emissões associadas ao tratamento das águas residuais (aproximadamente 7,79 KgCO<sub>2eq</sub>/m<sup>3</sup>, ver tabela 10.12), estas mantêm-se sempre que esta medida não esteja associada a um processo de reciclagem da água.



Tabela 10.29- Resultados económicos e ambientais associados ao aproveitamento da água da chuva aplicado ao caso de estudo DVB.

Dados Económicos (sanitas, urinóis e rega)	
Investimento inicial associado	108.235,45 €
Encargos anuais associados a Proposta Base A (consumos)	72.719,05 €
Encargos anuais associados a Proposta sustentável B (consumos)	25.451,67 €
Ganhos económicos anuais	47.267,38 €
Retorno do Investimento (anos)	2
VAL (Valor actual líquido) (15 anos)	427.524,02 €
TIR (Taxa Interna de Rentabilidade)	43%

Dados Ambientais (sanitas, urinóis e rega)	
Quantidade de água potável evitada ( m³/ ano)	28.295
Toneladas de CO <sub>2eq</sub> evitados anualmente (TonCO <sub>2eq</sub> )	12

### 10.3 Oportunidade de melhoria para a adequada gestão da energia (acções que cumprem os critérios estabelecidos)

#### 10.3.1 Pressupostos Utilizados

No âmbito deste trabalho, realizou-se a aplicabilidade dos critérios da ferramenta do BREEAM relacionados com a gestão da energia. Neste sentido, assim como nos critérios da componente água, foi necessário obter informações cruciais sobre o projecto, consumos previstos, custos e emissões de GEE (Gases de efeito estufa) associados.

#### ▪ Resumo dos parâmetros utilizados

A seguir serão apresentados os parâmetros utilizados para analisar os critérios relacionados com a energia no caso de estudo – Dolce Vita Braga. As informações referentes ao projecto foram essenciais para verificar a análise custo-benefício das propostas sustentáveis comparadas com a proposta base.

A- Consumos previstos: Com base nos equipamentos propostos para o DVB, foram estimados os seguintes consumos globais de energia (tabela 10.30):

Tabela 10.30 - Consumos de energia estimados para o DVB (Fonte: Chamartin Imobiliária, 2008)

Consumos anuais previstos	KWh
Ar condicionado/ventilação	14.571.897
Bombagem de água	1.214.325
Elevadores	728.595
Escadas e tapetes rolantes	1.457.190
Iluminação	3.642.974
Outros	2.671.514
Total estimado	24.286.495

B- Custos dos serviços: Os custos a serem considerados foram definidos em conformidade com os tarifários da EDP do ano de 2008 (Tarifa para Média Tensão -entre fase superior a 1KV ou inferior a 45 KV). Também se tiveram por base os custos fixos (custo mensal da potência contratada) e os custos variáveis (definidos pelo tarifário em horas de vazio, cheio e ponta) para todos os dias da semana, e onde se definiu um valor médio (ver tabela 10.31).

Tabela 10.31 – Custos associados ao consumo de energia (Fonte: EDP, 2008).

Custo mensal da potência contratada (Euros/KWh)	1,019 €
Custo variável médio (Euros/Kwh)	0,076 €

C- Principais pressupostos económicos / financeiros utilizados:

Os indicadores de avaliação económica utilizados neste trabalho foram baseados nos seguintes pressupostos:

- A taxa de desconto (actualização) utilizada para o cálculo do VAL foi de 5%
- O período de análise considerado foi de 15 e 20 anos
- A taxa de inflação média anual considerada foi de 2%
- Taxa média anual (adicional à inflação) de crescimento de custos com energia foi de 0,33%
- Taxa de juro média anual de 4,5%
- O período de amortização de financiamento foi de 15 anos

D- Factores de emissão de CO<sub>2eq</sub> aplicada: Nos critérios relacionados com a componente energia foram aplicados os factores de conversão associados às emissões indirectas (energia eléctrica adquirida da rede) e emissões directas (associadas a queimas realizadas directamente no local) (ver tabela 10.32 e 10.33).

Tabela 10.32 – Emissões indirectas de GEE associados aos consumos de energia eléctrica (Fonte: WRI, 2006).

Factor de emissão de GEE	0,498 KgCO <sub>2eq</sub> /KWh
--------------------------	--------------------------------

Tabela 10.33 - Emissões de GEE associados ao consumo directo de energia (Fonte: Henriques A.C.,2008).

Gas natural	2,173 KgCO <sub>2eq</sub> /m <sup>3</sup> 201,96 KgCO <sub>2eq</sub> /MWh
Gasóleo	2,780 KgCO <sub>2eq</sub> /litro
Gasolina	2,407 KgCO <sub>2eq</sub> /litro

E- Parâmetros comparativos: De forma a verificar o impacte ambiental que as medidas relacionadas com a componente energia potenciavam, utilizou-se como parâmetro de referência o consumo de energia *per capita* (média Europeia), fornecidos pela EUROSTAT e as emissões

equivalentes a cada habitante europeu, conforme os dados de 2007 (EEA, 2009) (ver tabela 10.34).

Tabela 10.34 - Consumos anuais de energia e emissão de GEE por habitantes europeus (Fonte: EEA, 2009).

Parâmetros de referência (EU)	
Consumo de energia	5707 KWh per capita.ano
Emissões de GEE	10,2 tonCO <sub>2eq</sub> per capita.ano

Os demais pressupostos que não estejam aqui contemplados, serão tratados individualmente durante o desenvolvimento dos diferentes critérios relacionados com a componente energia, tendo em conta as suas especificidades.

### 10.3.2 Redução das emissões de CO<sub>2eq</sub> (Ene1)

#### Descrição e objectivos do critério

O critério Ene1 reconhece e encoraja medidas que sejam implementadas no projecto com o propósito de reduzir as emissões de GEE, e quando associadas ao consumo de energia durante a utilização do edifício.

Como se pode verificar no capítulo 8 (Adaptação dos critérios à realidade portuguesa), foi proposto uma eventual adaptação deste critério, tendo em conta o actual Sistema de Certificação Energética regido pelo Regulamento Nacional, ou seja, o Decreto-lei 80/2006 de 4 de Abril, o Decreto-lei 78/2006 de 4 de Abril e o Decreto-lei 79/2006 de 4 de Abril.

Neste sentido, e conforme anteriormente proposto, os quinze (15) créditos disponíveis para este critério serão aqui atribuídos em função da redução de CO<sub>2eq</sub> (expressa em percentagem) comparado com a emissão máxima permitida pelo Regulamento Nacional, denominado Indicador de Eficiência Energética de Referência (IEEref) (ver tabela 8.5, no capítulo 8).

Créditos disponíveis: 15 créditos

#### Aplicação prática ao caso de estudo

Neste critério, a atribuição de créditos encontra-se associado às medidas de eficiência energética inicialmente propostas para o caso de estudo DVB, assim como em função dos resultados obtidos com o critério Ene5 (Tecnologia com reduzidas emissões de carbono). Este foi posteriormente proposto para o segundo cenário de intervenção (cenário 4), onde se definiu a introdução de sistemas de cogeração para o DVB. Como poderá ser visto na secção seguinte (secção 10.3.3).

Entre as medidas inicialmente propostas, incluem-se as seguintes (Fluidinova, 2008):

- Ventilação natural das garagens com sistema de tubos enterrados para arrefecimento passivo do ar insuflado;

- Sistema de ventilação assistida para extracção natural de ar das zonas comuns do centro comercial;
- Sistema de iluminação com soluções eficientes e sistemas de controlo da iluminação artificial em espaços com bons níveis de iluminação natural;
- Selecção de vãos envidraçados com factor solar baixo e soluções passivas de sombreamento;
- Arrefecimento gratuito e *free cooling* nas unidades de tratamento de ar;
- Painéis fotovoltaicos para alimentação do sistema de iluminação de segurança.

Com base no estudo térmico realizado, e tendo em consideração a proposta inicial do DVB, efectuou-se o cálculo energético do IEE<sup>37</sup>. O IEE nominal (IEE calculado para o empreendimento) foi determinado com base nos cálculos efectuados no *Energyplus*. Este modelo englobou a informação de projecto disponibilizada pelas diferentes especialidades, bem como a integração das diversas medidas para optimização da eficiência energética (Fluidinova, 2008) (ver tabela 10.35).

Tabela 10.35 - Cálculo do IEE (Cenário 2) ponderado pelas áreas das tipologias consideradas (Fonte: Fluidinova, 2008).

Tipologias	área útil (m <sup>2</sup> )	% da área útil	IEE <sub>calculado</sub> (DVB)	IEE <sub>Referência</sub>	Classificação
Mall	15.119	12,2%	84,3	95	
Lojas	32.292	26,1%	71,8	35	
Armazéns	5.575	4,5%	22,7	19	
Restaurantes	2.185	1,8%	75,4	120	
Cozinhas	1.279	1,0%	64,9	174	
Escritórios	311	0,3%	25,8	35	
Estacionamento	67.169	54,2%	4,6	19	
Total	123.930	100,0%			
<b>Proposta base (A)</b>			<b>34,6</b>	<b>35,9</b>	<b>B-</b>

Através dos resultados obtidos foi possível determinar a redução das emissões de CO<sub>2</sub> calculadas em função do IEE nominal (IEE<sub>nom</sub> - 34,6 Kgep/m<sup>2</sup>/ano) comparado com o IEE de referência (IEE<sub>ref</sub> 35,9 Kgep/m<sup>2</sup>/ano). Com base nos cálculos realizados e conforme definido pela proposta base (cenário 2), prevê-se uma redução de emissões de CO<sub>2eq</sub> de **193 tonCO<sub>2eq</sub>/ano**, o que corresponde a uma redução de **3,68%** relativamente ao valor máximo, permitindo assim a obtenção de **2 créditos**.

No que compete ao cenário de intervenção (Cenário 4), onde se realiza a hipotética inclusão da cogeração, os resultados seriam bastante satisfatórios, promovendo uma redução de emissões de

<sup>37</sup> IEE - Índice de Eficiência Energética.

CO<sub>2eq</sub> de **1516 tonCO<sub>2eq</sub>/ano**. A referida redução corresponde a uma diminuição de **28,41%** em relação ao valor máximo, permitindo assim uma obtenção de **10 créditos**.

Importa ressaltar, que para a análise deste critério, bem como para efeito de obtenção do número de créditos finais resultantes, os valores de conversão de emissão de CO<sub>2eq</sub> aqui admitidos tiveram como base o Regulamento em vigor (já anteriormente referido). Isto significa, que cada quilograma equivalente de petróleo (Kgep) representa a emissão de 0,012 toneladas equivalentes de CO<sub>2eq</sub>. Os restantes critérios a seguir analisados utilizam o factor de conversão de CO<sub>2eq</sub> definidos no início desta secção (ver tabela 10.32 e tabela 10.33).

### 10.3.3 Tecnologia com reduzidas emissões de carbono (Cogeração) (Ene5)

#### Descrição e objectivos do critério

Os objectivos deste critério são encorajar a utilização local de energias renováveis e/ou outras tecnologias reconhecidas pela reduzida emissão de CO<sub>2eq</sub> (dióxido de carbono equivalentes).

A escolha fez-se tendo em consideração um estudo de viabilidade, no qual o sistema proposto deveria corresponder a uma redução de CO<sub>2eq</sub> entre dez a quinze por cento (10 % a 15%) do que seria emitido pelo Centro Comercial.

Os três créditos disponíveis para este critério são atribuídos mediante o cumprimento dos seguintes requisitos:

- **1 Crédito:** Garantir que seja realizado um estudo de viabilidade da tecnologia para o local.
- **2 Créditos:** Além do estudo de viabilidade, deverá comprovar-se que a tecnologia escolhida corresponderá a uma redução de 10% de emissões de CO<sub>2eq</sub>, comparada com a solução base;
- **3 Créditos:** Além do estudo de viabilidade, deverá comprovar-se que a tecnologia escolhida corresponderá a uma redução de 15% de emissão de CO<sub>2eq</sub>, comparada com a solução base.

Créditos disponíveis: 3 créditos

Em relação à solução base do caso de estudo, nenhum dos critérios foi cumprido. Apesar da existência de um estudo de viabilidade para a instalação de um sistema de cogeração, em cumprimento do enquadramento legal ao DL 79/2006 de 4 de Abril, estes não foram implementados no local. De qualquer forma, é importante ressaltar que o critério se refere a um estudo de viabilidade do local, e não propriamente à viabilidade económica (conforme o Regulamento anteriormente mencionado).

Tendo em conta o objectivo deste critério, visou-se analisar a viabilidade económica e ambiental resultante da instalação de uma tecnologia que reduzisse em mais de 10% a emissão de CO<sub>2eq</sub> do caso de estudo Dolce Vita Braga (DVB).

As tecnologias estudadas foram: Trigeração (como opção principal) e Sistema Fotovoltaico (como opção demonstrativa).

### **Descrição do sistema**

Os dois exemplos de microgeração escolhidos representam cenários distintos, quer em termos de definição legislativa quer em relação à sua eficiência. Assim, serão exemplificadas as características e as vantagens do sistema de cogeração/ trigeração.

#### Cogeração/ Trigeração

Os diferentes equipamentos de produção de energia produzem calor que geralmente não é aproveitado, ou seja, é desperdiçado, acarretando assim uma consequente ineficiência dos equipamentos, bem como efeitos adversos sobre o ambiente.

Através do sistema de cogeração é possível realizar a produção combinada de electricidade e calor, e no caso da trigeração, que se define pela utilização de co-geradores e *chillers* de absorção, permite a produção de electricidade, calor e frio.

A cogeração pode ser então definida como um processo de produção e exploração (simultânea) de duas fontes de energia, ou seja, eléctrica e térmica, a partir de um sistema que utiliza o mesmo combustível (por exemplo: gás natural), permitindo assim a optimização e o acréscimo de eficiência nos sistemas de conversão e utilização de energia (Brandão S., 2004). A energia eléctrica gerada poderá ser utilizada para consumo próprio ou poderá ser fornecida à rede pública. Quanto à energia térmica, poderá ser utilizada para produção de água quente ou vapor, ou para outros tipos de processos de calor, onde se inclui o aquecimento do espaço. Por outro lado, através dos *chillers* de absorção é possível converter a água quente em fria, que por sua vez poderá ser utilizada para ar condicionado e para refrigeração (ver figura 10.13). Considera-se uma solução bastante adequada para centros comerciais, onde a energia para arrefecimento representa aproximadamente 60% da energia consumida.

Além das vantagens económicas e ambientais alcançadas pela redução de energia primária (em cerca de 15% a 30%) e pela própria produção descentralizada de energia eléctrica (com reduzidas perdas), a cogeração (ou trigeração), no âmbito do Decreto-Lei nº 79/2006, de 4 de Abril e de acordo com o Artigo 27º número 7, é obrigatória em alguns tipos de edifícios, face a algumas particularidades.



Figura 10.13 - Esquema de funcionamento da cogeração/Trigeração (Fonte: Brandão S., 2004).

Através do Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização de Edifícios (Decreto- Lei 79/2006, de 4 de Abril), a cogeração é justificável em duas perspectivas distintas, sendo estas as seguintes (LMSA, 2007):

- Devido à sua obrigatoriedade na adopção de sistemas eficientes e próprios de cogeração (caso seja comprovada a sua viabilidade económica) em edifícios com mais de 10.000 m<sup>2</sup> de área útil. (conforme descrito no Decreto lei 79/2006, de 4 de Abril, artigo 13º nº5, 27º nº7 e 32º nº1).
- Através do próprio limite de energia primária estabelecido para cada tipologia de edifício (definido em Kgep/m<sup>2</sup>/ano). Ou seja, os consumos de um determinado edifício, resultantes da climatização, iluminação, aquecimento e outros equipamentos, não poderão ultrapassar o Indicador de Eficiência Energética de referência (IEE<sub>referência</sub>).

Assim, conclui-se que somente através de sistemas construtivos, equipamentos mais eficientes e através da microgeração, é que poderão obter-se resultados positivos face às novas exigências regulamentares e aos objectivos políticos definidos para um novo cenário mundial.

### Aplicação prática ao caso de estudo

Além do enquadramento legislativo acima referido, o presente estudo aborda as vantagens económicas associadas à venda de energia eléctrica à rede e ao consumo de energia evitado, resultante da substituição de parte do consumo para arrefecimento através de *chiller* eléctricos pelo *chiller* de absorção (aproveitando-se o calor dissipado pelo grupo de cogeração). Assim, e nesse sentido, será apresentada a comparação entre dois cenários distintos (com ou sem cogeração), de forma a validar as afirmações realizadas.

▪ Dados gerais da análise.

Tendo como finalidade realizar a análise prática do cumprimento deste critério, foram definidos dois cenários, um sem e outro com sistema de cogeração:

- **Proposta base (sistema sem cogeração):** A solução base assenta em 6 chillers de 1600 KW e grupos de bombagem (1.670 m<sup>3</sup>/ h). A máquina frigorífica considerada é do tipo de arrefecimento por ar, com compressores de parafuso e fluido frigorígeno R134a. (COP considerado 2,5 (dia) e 2,8 (noite));
- **Proposta sustentável (sistema com Cogeração):** Sistema de produção de água arrefecida que assenta em dois *chillers* eléctricos com compressores centrífugos, e com potência térmica de 3975Kw por chiller (COP 5.8). Esta solução inclui um *chiller* de absorção de 1775Kw (COP 0.74) associado a uma central de cogeração (grupo electrogénico da Jenbacher com 2.4 MW), com potência de 2433 KW<sub>e</sub> , e constituída por um motor a gás natural, a funcionar segundo o ciclo Otto.<sup>38</sup>

As características principais, e que são relevantes, poderão ser verificadas na tabela abaixo (tabela 10.36), onde se refere a potência do equipamento com rendimento eléctrico + térmico (43.4% e 42.8% respectivamente), o consumo de combustível (gás natural), as horas de funcionamento, bem como a energia eléctrica vendida à rede e a potência térmica utilizados durante o processo de arrefecimento (1088KW).

Tabela 10.36 – Características do sistema de cogeração proposto para o DV Braga (Fonte: Jenbacher GE, 2009 e Chamartin Imobiliária, 2008).

Cogeração - Características (Ciclo Otto)	
Consumo do combustível - gás natural (Kw )	5.606 Kw
Potência eléctrica	2.433 Kw
Potência (entrega a rede)	2.372 Kw
Horas anuais de funcionamento	4.784 Horas
Energia vendida a rede	11.347.648 kWh
Consumo de combustível (m <sup>3</sup> ) <sup>1</sup>	2.534 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
Potência térmica (Kw )	2399 Kw
Energia térmica (processo) (Kw )	1088 Kw
<sup>1</sup> O factor de conversão utilizado foi de 94.48m <sup>3</sup> /MWh	

As alternativas consideradas tiveram como pressupostos os seguintes custos:

<sup>38</sup> Ciclo Otto: O combustível é misturado com o ar atmosférico na câmara de combustão, onde ocorre a combustão. A combustão provoca o movimento cíclico de um pistão num cilindro, produzindo assim energia mecânica. Este trabalho desenvolvido pelo motor é usado para accionar um gerador eléctrico, com vista a produzir energia eléctrica (Brandão S., 2004).



- O fornecimento do gás será realizado pela EDPgás, seguindo o tarifário de 2008 para o terceiro escalão (consumo anual superior a 350.000m<sup>3</sup>).
- O estudo considera a venda, na totalidade, de energia eléctrica produzida, segundo a Portaria 58/2002, de 15 de Janeiro, sendo o valor a considerar cerca de 0,10 euros/ KWh (valores com base nas estimativas de cálculo fornecidas pela Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos - ERSE);
- O custo associado à manutenção tendo em consideração os dados fornecidos pela ASHRAE (LMSA, 2007).
- Em relação aos restantes custos associados com o consumo de energia e água, serão contabilizadas as mesmas tarifas identificadas no início deste capítulo (pressupostos utilizados), e que abaixo poderão ser revistas na tabela 10.37. Também incluindo o consumo de água das Torres de Arrefecimento necessárias para arrefecer a água utilizada na condensação dos fluidos refrigerantes.

Tabela 10.37 – Resumo dos tarifários considerados na análise de viabilidade.

Tarifários associados	
Custo do gás natural para cogeração	0,289 €/m <sup>3</sup>
Energia eléctrica vendida a rede	0,10436 €/Kwh
Energia eléctrica adquirida a rede	0,0706 €/Kwh
Custo associado à manutenção da cogeração	0,01 €/Kwh <sub>e</sub>
Custo de Água para utilização em torres de arrefecimento	2,57 €/m <sup>3</sup>

▪ Resultados económicos e ambientais obtidos

Para efeito de cálculo, e conforme a proposta base, consideraram-se as necessidades energéticas do caso de estudo, utilizando valores expressos em Kgep/m<sup>2</sup>/ano, comparando com o limite máximo para o consumo de energia primária aplicável a edifícios novos (conforme definido na óptica do RSECE -ver tabela 10.38), em função dos diferentes consumos individualizados (arrefecimento, iluminação, e outros).

Todos os dados de consumo energético foram fornecidos pelas especialidades competentes do DVB, e a utilização destes dados teve como objectivo observar as melhorias resultantes da instalação do sistema de cogeração, quer através da classificação energética na redução de CO<sub>2eq</sub> (conforme proposto pelo BREEAM), quer em termos de ganhos económicos.

Tabela 10.38 – Cálculo do IEE aplicado ao DVB.

Tipologias	área útil (m <sup>2</sup> )	% da área útil	IEE <sub>calculado</sub> (DVB)	IEE <sub>Referência</sub>	Classificação
Mall	15.119	12,2%	84,3	95	
Lojas	32.292	26,1%	71,8	35	
Armazéns	5.575	4,5%	22,7	19	
Restaurantes	2.185	1,8%	75,4	120	
Cozinhas	1.279	1,0%	64,9	174	
Escritórios	311	0,3%	25,8	35	
Estacionamento	67.169	54,2%	4,6	19	
Total	123.930	100,0%			
<b>Proposta base (A)</b>			34,6	35,9	<b>B-</b>
<b>Proposta sustentável (Com Cogeração) (B)</b>			25,7		<b>A</b>

A tabela apresentada demonstra que ambas as soluções admitem um indicador de eficiência energética inferior ao máximo admitido para os edifícios novos (IEE<sub>Referência</sub>). No entanto, concluiu-se que a instalação de cogeração contribuiu significativamente para a eficiência energética do edifício, assim como aumentou a margem relativa ao valor máximo permitido pelo RSECE. Tal situação é o contrário do que acontece com o cenário 1, cuja proximidade ao limite estabelecido torna-o susceptível à não regulamentação em caso de alteração de cálculos que possam ocorrer durante a ocupação das lojas, particularmente aqueles relacionados com a potência de iluminação a ser instalada.

No que concerne à viabilidade económica, a tabela abaixo apresentada sintetiza os resultados obtidos com o estudo efectuado (tabela 10.39).

Tabela 10.39- Resultados económicos associados à cogeração e comparados com a actual proposta do DVB.

Dados Económicos		Proposta base	Proposta sustentável
Investimento Inicial	(€)	1.230.000,00 €	4.642.107,74 €
Energia eléctrica gerada (entregue à rede)	KWh	0	11.347.648
Consumo eléctrico para arrefecimento	KWh	14.571.897	6.557.165
Energia eléctrica adquirida	(€/Ano)	1.028.775,93 €	462.935,84 €
Consumo de Água - Torres de Arrefecimento	(€/Ano)	0	48.407 €
Consumo de gás natural - cogeração	(€/Ano)	0	732.288 €
Custo de manutenção associado a cogeração	(€/Ano)	0	116.395 €
Energia eléctrica vendida à EDP	(€/Ano)	0	1.184.241 €
Gastos anuais de exploração	(€/Ano)	1.028.775,93 €	175.785,40 €
Ganhos anuais	(€/Ano)		<b>791.960 €</b>
Período de retorno simples	anos	<b>4</b>	
VAL (Valor Actual Líquido) (15 anos)	(Euros)	<b>6.318.932,12 €</b>	
TIR (Taxa Interna de Rentabilidade)	%	<b>24%</b>	

Assim tecem-se algumas observações:

- 1- O investimento inicial nos dois cenários referidos inclui todos os equipamentos necessários para o devido funcionamento ("chave na mão"). No caso da proposta sustentável, o investimento associado à cogeração e sistemas auxiliares, teve como referência um estudo realizado em 2004 pela Universidade de Coimbra. Com base numa actualização de 5 anos (2009) e uma taxa de inflação de 2%, considerou-se um investimento inicial em torno de oitocentos e vinte e oito euros por potência instalada (828,00€ / Kw).
- 2- O consumo eléctrico para arrefecimento na proposta sustentável, resulta da diferença entre o consumo da proposta base em relação à energia eléctrica evitada e a utilização dos *chillers* de absorção.
- 3- Quanto ao período de retorno simples (PRS), e conforme definido no Anexo XIII do Decreto-Lei 79/2006, de 4 de Abril, pode ser obtido através da seguinte expressão (equação 10.2):

$$PRS = C_a / P_1 \quad [10.2]$$

Onde:

$C_a$  – refere-se ao custo adicional de investimento, calculado pela diferença entre o custo inicial da solução base e o custo da solução sustentável.

$P_1$  – refere-se à poupança anual resultante da aplicação da alternativa mais eficiente.

Com base nos pressupostos aplicados, bem como nos resultados apresentados, conclui-se que o investimento é bastante aconselhável quer de uma perspectiva legislativa e económica (PRS inferior a oito anos), quer ambiental. Assim verificou-se uma redução de aproximadamente **4.136 toneladas de CO<sub>2eq</sub>** por ano (o equivalente a emissão de CO<sub>2eq</sub> de **405 habitantes europeus**), quando comparado com as emissões de GEE associadas às necessidades energéticas totais da proposta base (tabela 10.40). O factor de conversão utilizado teve por base os valores definidos na tabela 10.32 e 10.33 (factores de emissão de GEE associados a energia eléctrica e ao gás natural, respectivamente).

Tabela 10.40 – Emissões de CO<sub>2eq</sub> associadas ao consumo de energia total do DVB.

Emissão de CO <sub>2eq</sub> global (associadas ao consumo de energia) (TonCO <sub>2eq</sub> )		
	Proposta Base	Proposta sustentável
Consumo de electricidade global (TonCO <sub>2eq</sub> )	12.095	8.103
Produção de electricidade (tonCO <sub>2eq</sub> )	0	-5.651
Consumo de Gás natural (tonCO <sub>2eq</sub> )	0	5.506
Total (tonCO <sub>2eq</sub> )	12.095	7.958
Emissões evitadas (TonCO <sub>2eq</sub> )		4.136
Redução de emissões		34%

Quanto à classificação do BREEAM, e em resultado da instalação do sistema de cogeração, seria possível alcançar três créditos no critério Ene5 (o resultado é superior aos 15% estabelecidos) bem como contribuiria para a aquisição de outros créditos no critério Ene1, conforme anteriormente relatado.

Contudo, com a introdução do sistema de cogeração no segundo cenário de intervenção (cenário 4), verificou-se a possibilidade de ocorrer a perda de créditos associadas ao critério Pol 4, referente às emissões de óxido de Azoto ( $\text{NO}_x$ ). Este critério disponibiliza até três créditos para o caso de empreendimentos que produzam emissões de  $\text{NO}_x$  inferiores a 100mg /KWh.

Como este gás está presente durante a queima de combustíveis fósseis associados aos sistemas de aquecimento do edifício, pode-se afirmar que na proposta base foi possível alcançar três créditos neste critério. Isto deveu-se a ausência da necessidade de aquecimento no empreendimento.

Com a introdução da cogeração e a respectiva utilização do gás natural para o abastecimento do sistema, conforme proposto nesta secção, foi preciso reavaliar o critério Pol4. Assim, de forma a encontrar a actual pontuação, recorreu-se à forma de cálculo disponibilizada no manual BREEAM (versão 2008), definida para calcular o  $\text{NO}_x$  associado a cogeração (ver equação 10.3).

$$x = (A-B) / C \quad [10.3]$$

Legenda:

X = Emissões de  $\text{NO}_x$  (unidade: mg/KWh<sub>aquec.</sub>);

A = Emissões de  $\text{NO}_x$  para unidades de electricidade gerada (unidade: mg/ KWh<sub>elec.</sub>). Dados fornecidos pelo fabricante. No caso do sistema proposto para o DVB, conforme especificações técnicas, os valores de emissões definem-se como  $\text{NO}_x < 500 \text{ mg/Nm}^3$  (5%  $\text{O}_2$ );

B = Emissões de  $\text{NO}_x$  por unidades de electricidade injectada à rede. Conforme especificado pelo BREEAM (versão 2008), este deve ser assumido com o valor de 1200 mg/KWh<sub>elec.</sub>;

C = Rácio de eficiência térmica (Para o DVB os valores definidos foram 42.8%).

Conforme especificado no critério Pol4, os créditos disponíveis estão condicionados aos seguintes níveis de emissões máximas:

Obtenção de 1 crédito – Quando se demonstra que a máxima emissão de  $\text{NO}_x$  utilizada nos sistemas de aquecimento é inferior ou igual a 100mg/KWh (0% de excesso de  $\text{O}_2$ );

Obtenção de 2 crédito – Quando se demonstra que a máxima emissão de  $\text{NO}_x$  utilizada nos sistemas de aquecimento é inferior ou igual a 70mg/KWh (0% de excesso de  $\text{O}_2$ );

Obtenção de 3 crédito – Quando se demonstra que a máxima emissão de NO<sub>x</sub> utilizada nos sistemas de aquecimento é inferior ou igual a 40mg/KWh (0% de excesso de O<sub>2</sub>).

Para o caso de estudo, e com base nos valores fornecidos pelo fabricante do sistema proposto para a cogeração, a máxima emissão de NO<sub>x</sub>, será inferior a 40 mg/KWh. Neste sentido, confirma-se a manutenção dos três créditos para o critério Pol4 no cenário 4 (segunda intervenção), e assim como os restantes cenários de 1 a 3 (sem a utilização da cogeração).

#### 10.3.4 Tecnologia com reduzidas emissões de carbono (Fotovoltaicos) (Ene5)

##### Descrição e objectivos do critério

De acordo com o que anteriormente foi referido, esta análise realiza-se no âmbito do critério Ene5 (medida adoptada), e de forma complementar, sendo que não será considerada uma opção efectiva no âmbito do estudo, mas sim referenciada a título demonstrativo. O presente objectivo do BREEAM, de acordo com este critério, é encorajar a utilização local de energias renováveis e/ou outras tecnologias reconhecidas pela reduzida emissão de CO<sub>2eq</sub> (dióxido de carbono equivalente).

Esta demonstração é resultante do estudo de viabilidade e dos respectivos "outputs" positivos que se identificam como importantes para serem referidos no âmbito deste trabalho. No entanto, devido a algumas limitações legislativas, que serão mais à frente mencionadas, esta medida não consegue efectivar-se em termos de dimensão da sua acção, e no âmbito da necessidade de redução de emissões de CO<sub>2eq</sub> (conforme abrangido pelo BREEAM), já que obrigaria a um dimensionamento que não é suportável por apoios que se limitam a instalações até 150 KWp (Kilowatt pico<sup>39</sup>).

Assim sendo, apresenta-se uma potencial solução, não totalmente adaptada ao caso de estudo, e que se baseia num Sistema Fotovoltaico integrado (conceito BIPV – Building Integrated Photovoltaic) como substituição de uma fachada laminada de vidro duplo com isolamento.

##### Descrição do sistema

O sistema referido trata da introdução de módulos fotovoltaicos do tipo "Flat-Plate" ASI-Thin Film, ou seja Amorphous Silício, integrados numa fachada de vidro duplo opaco (laminado). Os módulos referidos são do tipo Opaco, e de reduzida eficiência em termos de produção, ou seja Wp (Watts pico) por área utilizada.

A produção de electricidade por energia solar é, hoje, um processo bastante amadurecido quer numa lógica tecnológica quer comercial, podendo ser apresentadas garantias de produção eléctrica

---

<sup>39</sup> Kilowatts pico - unidade *peak*, é utilizada como unidade de medida para designar a capacidade de potência eléctrica instalada dos sistemas de energia renovável fotovoltaicos e eólicos

entre 20 a 25 anos. Presentemente existem diferentes tecnologias, desde as "cristalinas" até às "thin film" de última geração, em que o factor variável de decisão de investimento é sempre a relação eficiência / custo /fiabilidade.

No exemplo considerado, e em estudo, deve atender-se ao seguinte:

- A- Contexto legislativo, quanto à ligação do sistema à rede pública;
- B- Sistema fotovoltaico integrado em edifício;
- C- Tecnologia solar fotovoltaica adoptada.

#### A – Contexto legislativo quanto à ligação do sistema à rede pública.

Um sistema de produção de electricidade ligado à rede pública caracteriza-se, de uma forma simples, pelos aspectos considerados na figura 10.14 abaixo designada:

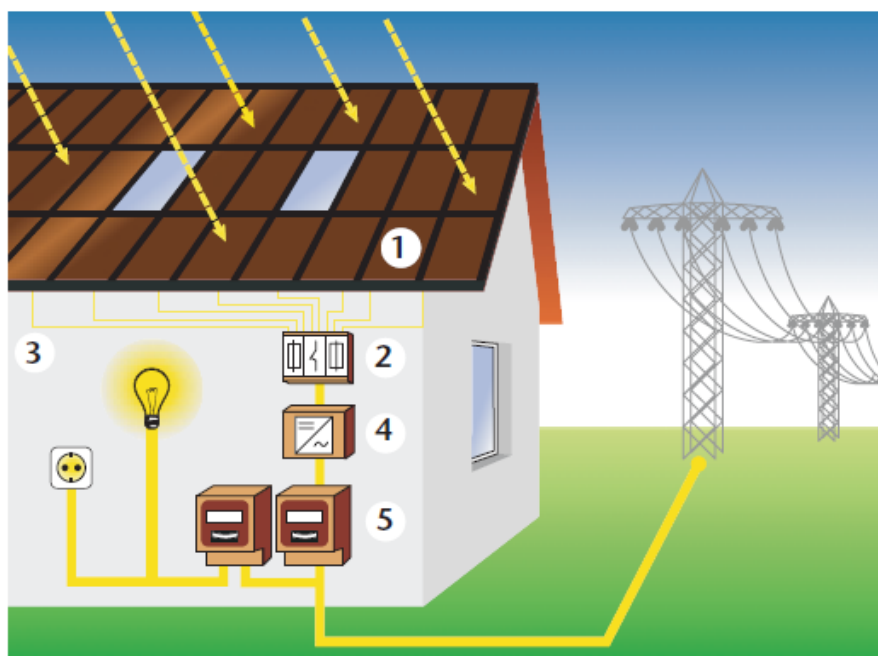


Figura 10.14 – Esquema de produção eléctrica a partir de painéis fotovoltaicos (Fonte: Schott Solar, 2008).

O esquema de funcionamento é definido pelos seguintes procedimentos (conforme acima numerado):

- 1 – Módulos Solares – Elemento de produção de energia eléctrica;
- 2 – Caixa de ligações;
- 3 – Cabos e ligações;
- 4- Inversor – passagem de corrente contínua (DC) para corrente alterna (AC) para ser injectada na rede pública;
- 5- Medidor – elemento de medição de energia produzida que é injectada na rede pública.

No que concerne ao enquadramento legislativo nacional vigente para a produção de energia solar fotovoltaica (Decretos-Lei nº 339-C/2001, de 29 de Dezembro, DL 225 /2007, de 31 de Maio e Decreto-lei 363/2007 de 2 de Novembro (alterada pelo DL 118-A/2010 de 25 de Outubro)) para venda de energia à rede, estrutura-se da seguinte forma:

a) Centrais de Energia Solar Fotovoltaica até um limite de potência instalada de 150 Mw a nível nacional.

- Até 5 KWp = aproximadamente 0.48 €/KWh;
- Superior a 5 KWp = aproximadamente 0.32 €/KWh. As tarifas em referência repercutem-se durante 15 anos e até um limite de 21 GWh por MWp instalado.

Após a redacção do Decreto-Lei nº 225/2007, de 31 de Maio, que passou a incluir as centrais de solar térmico eléctrico, deixaram de ser atribuídos pela DGEG (Direcção Geral de Energia e Geologia) novos licenciamentos de centrais fotovoltaicas. Assim, da quota global de 150 MWp, foram atribuídos 128 MWp, mantendo-se os restantes 22 MWp sem atribuição. Algumas centrais fotovoltaicas de relevância foram implementadas em Portugal, com base neste enquadramento, tais como as de Moura (46 MWp), Ferreira do Alentejo A (12 MWp), Serpa (11 MWp), MARL (6 MWp), Almodôvar (2,15 MWp), Ferreira do Alentejo B (1,8 MWp) e a Central de S. Brás, em Barcelos (5 KWp – uma das primeiras centrais licenciadas, de ligação à rede, no âmbito desta legislação).

b) No caso da microgeração de pequena potência, com base no DL 363/2007 de 2 de Novembro (alterado pelo DL 118-A/2010 de 25 de Outubro), apoiam-se os sistemas fotovoltaicos até 3,68 KWp, e no caso dos condomínios até 11,04KWp, tendo o seguinte enquadramento:

- É estabelecido no regime bonificado (no máximo 25 MWp por ano) uma tarifa especial para um período de 15 anos. Nos primeiros 8 anos aplica-se uma tarifa de 0,40 €/kWh, e nos 7 anos seguintes (após os primeiros 8 anos) é utilizada uma tarifa de 0,24 €/KWh. As referidas tarifas são reduzidas anualmente em 0,02 €/KWh. Ressalva-se que a electricidade vendida é limitada a 2,4MWh/ano por cada KWp instalado.

c) O último caso (Decreto-Lei 225/2007 de 31 de Maio), aquele que se utiliza para o âmbito deste estudo, está relacionado com sistemas de microgeração instalados em edifícios de natureza residencial, comercial, serviços ou indústria até ao limite de 50 Mwp a nível nacional.

- Inferior ou igual a 5 KWp = 0,50€ a 0,55€ / kWh
- Superior a 5 Kwp e até 150 KWp = 0,35€ a 0,40€/kWh

Tendo em conta o enquadramento legislativo das alíneas a) e b), não se torna possível a sua aplicação no caso de estudo em referência. No caso da alínea a), não têm vindo a ser licenciados quaisquer projectos, estando o "plafond" ainda disponível em 2010 (dos referidos 150 Mwp) somente para projectos especiais de grandes centrais. No caso da alínea b), apenas se referem a pequenas potências com o limite de 3,68Kwp, enquadramento a ser aplicado ao mercado residencial. Para além disso, ressalva-se ainda a mais recente Estratégia Nacional de Energia, que prevê um objectivo de instalação de 1.500 Mw de energia solar até 2020. Este objectivo inclui 1.000 Mwp de instalações de energia solar fotovoltaica de pequena e média dimensão, assim como 500 Mwp para centrais de concentração fotovoltaica (CPV) e concentração solar térmico-eléctrica (CSP). Assim sendo, no âmbito desta análise, apenas será aplicável em instalações até ao limite de 150 Kwp. A razão porque surge como medida suplementar no âmbito deste estudo, resulta do facto de o referido enquadramento se limitar a um máximo 150 KWp, não sendo assim possível, com esta medida, reduzir-se os níveis de emissões desejados pelos critérios de análise BREEAM (conforme referido adiante). Ou seja, com base neste enquadramento legislativo as reduções máximas de CO<sub>2eq</sub> comparadas ao caso de estudo poderiam alcançar apenas uma redução de 1% destas emissões (a exigência do BREEAM para este critério é 10 a 15%).

#### B – Sistema fotovoltaico integrado em edifício.

Os sistemas integrados em edifícios com tecnologia solar fotovoltaica caracterizam-se por aplicações em cobertura, em fachada (quer em vidro duplo ou como revestimento) e até mesmo do tipo clarabóia e sombreamento. Os exemplos abaixo designados na figura 10.15 são do tipo vidro duplo e triplo em sistemas de fachada, quer como função totalmente opaca, quer com objectivos de transmissão de iluminação natural controlada;



Figura 10.15 - Exemplo de aplicação do sistema fotovoltaico integrado ao edifício – Como clarabóia e na fachada (Fonte: Sapa, 2009).

Este conceito é conhecido por BIPV (*Building Integrated Photovoltaic*) e as suas vantagens apresentam-se pelo potencial de utilização diversificada de uma tecnologia de produção de energia,



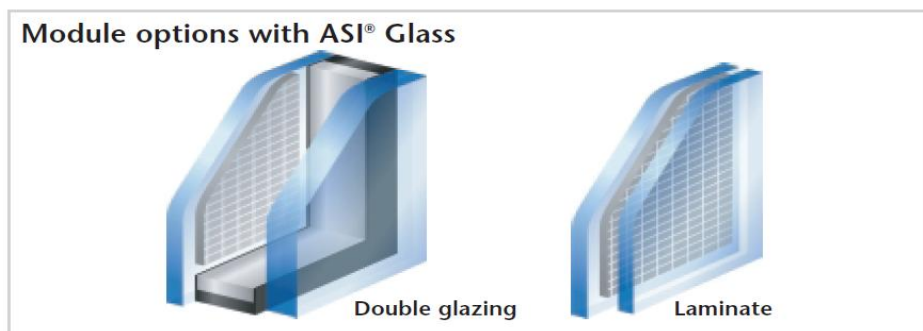
pois ao mesmo que produz energia eléctrica, substitui material de construção e ainda pode ser utilizado para complementar medidas de arrefecimento e aquecimento, quer através das características de sombreamento (como os que serão usados na figura 10.16), quer pela possibilidade da utilização do calor gerado pela exposição dos mesmos (quando capturado (calor) poderá servir para aquecimento do edifício).



Figura 10.16 – Exemplo de aplicação de painéis fotovoltaicos integrados nos edifícios - Biblioteca de Mataró, Espanha (Fonte: Jesus. L et. al., 2006).

Na figura acima pode ser observado um dos mais importantes exemplos de aplicação BIPV em que o sistema fotovoltaico surge integrado numa fachada com objectivos de transmissão e controlo de iluminação natural.

As aplicações mais comuns em fachada desenvolvem-se de acordo com as aplicações demonstradas na figura 10.17.



Glass laminates and double glazed units incorporating ASI® solar panels are compatible with commercially available metal profile systems.

Figura 10.17 – Opções de células fotovoltaicas aplicadas em vidros (Fonte: Schott Solar, 2008).

O conceito BIPV x permite estabelecer um diferente modelo de decisão de investimento, pois assenta numa análise custo-benefício com diferentes "inputs" e "outputs", pois não está apenas a analisar a performance eléctrica, mas também a contabilizar-se a redução de utilização de materiais de construção (ver a figura 10.18).

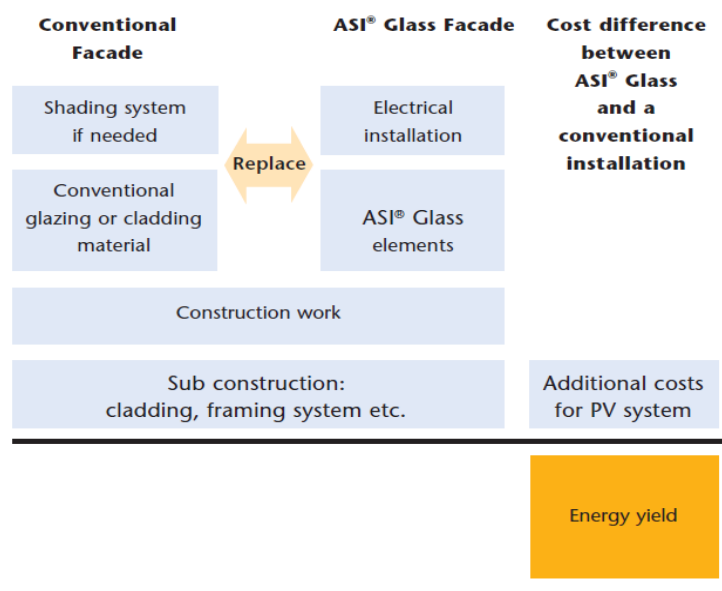


Figura 10.18 – Custos associados a uma instalação convencionais comparados com um sistema fotovoltaico integrado ao edifício (Fonte: Schott Solar, 2008).

### C – Tecnologia solar fotovoltaica utilizada

Para a aplicação proposta, as tecnologias disponíveis são os módulos solares flat-plate (módulos planos). Hoje é necessário proceder-se a esta diferenciação, porque no âmbito da produção fotovoltaica existem outras tecnologias em desenvolvimento, quer de “concentração fotovoltaica”, que poderão a médio prazo estar disponíveis para o mercado de edifícios mas sem potencial de integração arquitectónica, quer de material flexível de natural aplicação em termos de integração arquitectónica.

No entanto, aquelas que se apresentam num estágio de aplicação comercial para o âmbito deste estudo são os referidos módulos “flat – plate”. Dentro destes módulos existem diferentes soluções, como sejam as tecnologias cristalinas (mono e poly), os “thin film” e as híbridas.

Os módulos cristalinos são aqueles que dominam o mercado, sendo de maior eficiência (14% a 19%) e tendo como matéria-prima principal o silício. As tecnologias “thin-film”, de menor eficiência, são diversas, A-SI Amorphous (apresentado nesta proposta, com eficiência entre os 6%-7%, esta tecnologia também pode ser do tipo material flexível, mas de eficiência muito reduzida), e a sua matéria-prima é o silício (em menor quantidade do que nos cristalinos), enquanto, que outras novas

tecnologias “*thin film*” como CDTE (eficiência entre 8%-11%) e o CIGSS (eficiência entre 10%-13%) têm como matérias-primas o cádmio (CDTE), o Índium e o Gallium (CIGSS) (ver figura 10.19). Para efeito demonstrativo apresentam-se as diferenças estéticas entre as tecnologias referidas.

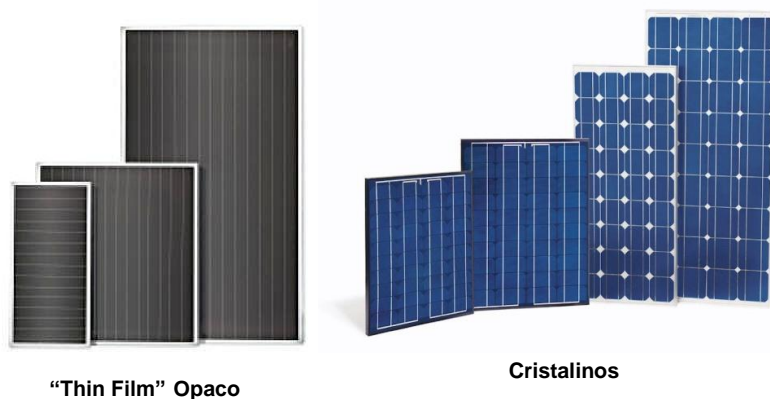


Figura 10.19 – Diferença entre módulos disponíveis no mercado.

A decisão pelas diferentes tecnologias em termos de utilização resulta dos seguintes critérios:

- Necessidade de eficiência e custo dos módulos;
- Estética funcional versus preço e disponibilidade.

- Módulos cristalinos.

- Necessidade de eficiência e custo dos módulos – Uma solução mono ou poly (Multi) cristalina apresenta uma maior capacidade de produção ( $W_{peak}$ ) por área utilizada, no entanto o seu preço é mais elevado. Assim sendo, como o caso de estudo apresentado determina fortes limitações na capacidade a ser instalada, a utilização de módulos de maior eficiência não iria acrescentar diferença significativa, acarretando o acréscimo de custo por kWp instalado;
- Estética funcional versus preço e disponibilidade - Por vezes a sua utilização alcança uma estética bastante adequada ao conceito do tipo “High Tech”, sendo possível em fábrica, criar maior espaço entre as células (para a transmissão de luz natural). Estes módulos encontram-se facilmente disponíveis tendo aproximadamente 80 a 90% do mercado de energia fotovoltaica no Mundo;

- Módulos “*Thin Film*”.

Conforme já referido, os módulos “*thin film*” podem ser do tipo Asi (silício não cristalino) ou resultante de novas aplicações de “*thin film*” (CDTE – Cádmio e telúrio e CIGSS – Cobre, Índio, Gálio, Selénio).

- Estética funcional versus preço e disponibilidade – Em termos de estética e eficiência consideram-se as duas opções como bastante semelhantes. No entanto, quando se discute a flexibilidade para a alteração da cor e de níveis de transmissão de luz natural, os módulos “*Asi-Thin film*”, são considerados como a solução mais interessante, tendo em conta as diferentes cores e a variação entre os módulos opacos e semi-transparentes. Além disso, é importante ressaltar que os módulos *Asi*-opacos são mais facilmente encontrados no mercado do que a nova geração de “*thin film*” (CDTE / CIGSS), sendo estes, muitas das vezes, canalizados para projectos de grandes e médias centrais.

Assim sendo, considerando ser esta uma das tecnologias fotovoltaicas mais maduras em termos de produção de electricidade, flexibilidade (cor e transparência), competitiva, enquanto preço por m<sup>2</sup> na substituição de materiais de construção, decidiu-se apostar nesta tecnologia para o efeito demonstrativo. A tecnologia referida é o módulo *Asi*-Amorphous silício da Schott Solar (Figura 10.20).

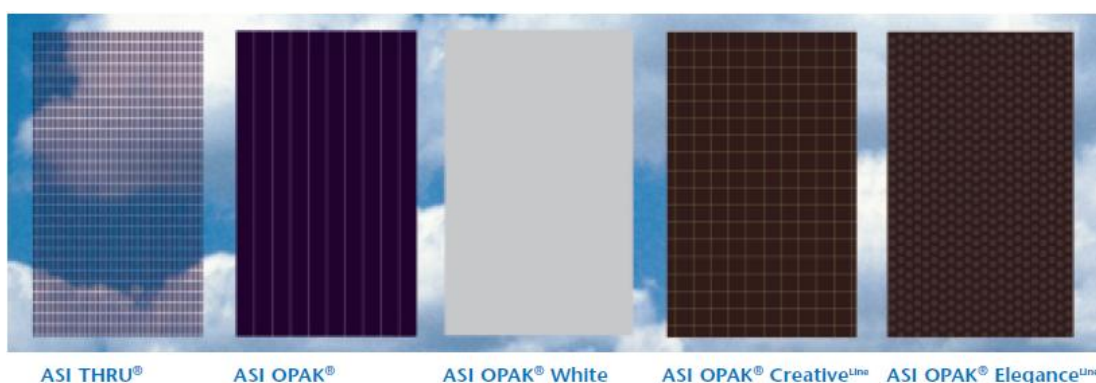


Figura 10.20 – Módulos Thin Film (Fonte: Schott Solar, 2009).

### Aplicação prática ao caso de estudo

A instalação dos sistemas fotovoltaicos foi proposta enquanto substituta da proposta inicial do projecto, constituída por vidro laminado opaco com isolamento térmico. Define-se assim a comparação entre as referidas propostas:

- **Proposta Base (A):** Vidro temperado e laminado com serigrafia a 100% de várias cores tipo *Guardian Sunguard* (Neutral14, espessura 8mm) com fixações. Características térmicas (valores aproximados): coeficiente de transmissão térmica (U-value): 5,16 W/m<sup>2</sup> °C e coeficiente de ganho de calor solar igual a 40 %.

- **Proposta Sustentável (B):** Substituição do vidro pela tecnologia ASI-Amorphous do tipo opaco, num modelo *BIPV* em fachada com uma capacidade de produção média instalada de 53 watts/m<sup>2</sup> (ver Figura 10.21, localização para a instalação dos módulos). Características térmicas do módulo: coeficiente de transmissão térmica (U-value): 1,12 W/m<sup>2</sup> °C e coeficiente de ganho de calor solar: 10%.



Figura 10.21- Local de intervenção proposto para instalação de Fotovoltaico integrado ao edifício (Fonte: Chamartin Imobiliária, 2009).

A área de intervenção foi de 2.170 m<sup>2</sup>, definida pela área do alçado orientado a sul e sudoeste (melhor exposição solar), assim resultará numa capacidade instalada total do sistema fotovoltaico de 115 Kwp (53w x 2170 m<sup>2</sup>).

Utilizando a base de dados PVGIS<sup>40</sup>, a ferramenta oficial da União Europeia para o cálculo de produção de electricidade para sistemas solares fotovoltaicos, e com base nos seguintes dados, desenvolveu-se o cálculo de electricidade média produzida pelo referido sistema de 115 Kwp.

Assim sendo:

- Instalação de sistema PV integrado como fachada opaca: 90° (inclinação dos módulos);
- Características de módulos PV: “Thin Film”;
- Orientação da zona de construção: Sul/Sudoeste;
- Longitude e latitude específicas da área de localização do futuro DVB: Dume, Braga; 41°34'38" N, 8°25'49" W
- Perdas totais do sistema até à conversão da produção em corrente directa (DC) versus corrente alterna (AC): 20% (abaixo evidenciado “PVGIS estimates”, na Figura 10.22).

<sup>40</sup> PVGIS- Photovoltaic Geographical Information System - Geographical Assessment of Solar Resource and Performance of Photovoltaic Technology - <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>.



Assim, com base nos pressupostos que seguem, a instalação BIPV em fachada produziria uma média anual de electricidade de 105.000 kWh. Esta produção teria um índice de degradação durante os 20 anos de análise.

<b>PVGIS estimates of solar electricity generation</b>				
Location: 41°34'38" North, 8°25'49" West, Elevation: 74 m a.s.l., Nearest city: Braga, Portugal (4 km away)				
Nominal power of the PV system: 115.0 kW (thin film)				
Estimated losses due to temperature: 8% (generic value for areas without temperature information or for PV modules)				
Estimated loss due to angular reflectance effects: 5.1%				
Other losses (cables, inverter etc.): 8.5%				
Combined PV system losses: 20.1%				
Fixed system: inclination=90 deg., orientation=0 deg.				
Month	Ed	Em	Hd	Hm
Jan	297.00	9220	3.16	97.8
Feb	297.00	8320	3.17	88.8
Mar	354.00	11000	3.84	119
Apr	273.00	8200	3.04	91.3
May	240.00	7450	2.74	84.8
Jun	224.00	6710	2.59	77.7
Jul	234.00	7250	2.70	83.6
Aug	298.00	9240	3.37	104
Sep	353.00	10600	3.87	116
Oct	350.00	10900	3.76	116
Nov	290.00	8710	3.09	92.6
Dec	230.00	7120	2.44	75.5
Year	287.00	8720	3.15	95.7
Total for year		105000		1150
Ed: Average daily electricity production from the given system (kWh)				
Em: Average monthly electricity production from the given system (kWh)				
Hd: Average daily sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m2)				
Hm: Average sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system (kWh/m2)				

Figura 10.22 – Resultado da Ferramenta PVGIS: cálculo da energia eléctrica mensal produzida em Braga.

#### ▪ Resultados económicos e ambientais obtidos

A aplicação dos módulos fotovoltaicos no caso de estudo DVBraga, obtiveram os seguintes resultados:

#### Investimento

O custo de investimento para um sistema PV Asi instalado em BIPV na substituição de fachada de vidro laminado, incluiu os seguintes elementos:

- Módulos PV aplicados em fachada;
- Inversores;
- Serviços de instalação e cablagem;
- Estudo projecto PV.

A – Custos associados aos módulos: O custo dos módulos aplicados em fachada, e com isolamento térmico incluído, foi, em 2008, aproximadamente, de **€ 400/m<sup>2</sup>** (Hagemann I. et.al, 2008).

Para 2009 foi feito um ajustamento com base numa redução de 5%<sup>41</sup> do preço, tendência natural das novas tecnologias que decrescem de preço em função do crescimento dos mercados. Assim, **reduzindo 5%** têm-se um valor de custo de **€380,95 /m<sup>2</sup>**.

Sendo o total da área aplicada de 2.170 m<sup>2</sup>, o custo desta parcela foi de **€826.667,00**.

B – Custos associados aos inversores: Os inversores foram dimensionados em função da capacidade instalada. Como essa capacidade foi de 115 KWp (DC), estimaram-se os custos em **2 inversores com 60 KWp (DC)** (cada um), ou seja dimensionados por excesso para 120 KWp, sendo o **custo por inversor de €30.000,00<sup>42</sup>**, o que é equivalente a um custo total de **€60.000,00**.

C – Custos associados à instalação eléctrica: Os custos relativos à instalação eléctrica, outros componentes e estudos associados foi de €16.533 e €12.400, que é igual a **€28.933**. Estes custos basearam-se em valores de referência aplicados em propostas de BIPV para a empresa co-financiadora.

O total de investimento foi de **€ 915.600** (€826.667 + €60.000 + €28.933), aproximadamente 8 € por Wp instalado.

#### Custos operacionais

O custo de manutenção do sistema ASI-PV foi calculado por um modelo de manutenção contratualizada por determinados prestadores de serviços, que ao mesmo tempo garantem a produção de electricidade do sistema, sendo este custo também uma espécie de seguro de lucros cessantes. O valor foi de **€1650 anuais por cada inversor utilizado<sup>43</sup>**. Assim sendo, €1650 x 2 = **€ 3.300,00 por Ano**.

Este custo deverá ser ajustado de 5 em 5 anos, incorporando taxas de inflação aplicáveis.

#### Custos de substituição

Como a utilização do sistema ASI-PV substituiu uma fachada de vidro laminado (Proposta base), identifica-se o custo de investimento evitado, ou seja substituído, considerado para o efeito da análise custo-benefício como um crédito sobre o custo de investimento do sistema ASI-PV.

---

<sup>41</sup> As cotações de mercado da tecnologia fotovoltaica foram consultadas no site [www.solarbuzz.com]

<sup>42</sup> Estes custos foram obtidos através da tabela de preços de 2008 da empresa Conergy Espanha. Mais informações poderão ser encontradas no site: [http://www.conergy.es/desktopdefault.aspx/tabid-449/]

<sup>43</sup> Idem

Custo evitado: **276,92€ / m<sup>2</sup>**, que é equivalente a **€600.916, 00** (276,92€ x 2.170 m<sup>2</sup>)

Assim o custo de investimento total para análise de investimento do sistema PV foi igual a:  
**€915.600 - €600.916 = €314.684.**

### Benefícios

Se a produção eléctrica anual estimada era de 105.000 kWh, pode calcular-se para o 1º ano de produção os benefícios resultantes da venda de electricidade à rede pública, conforme o enquadramento legislativo acima referido.

Assim, a tarifa a aplicar-se é de **0,38€/kWh**, sendo o valor anual para o 1º ano de 105.000 kWh x 0,38€/kWh = **€39.900.**

Nos anos seguintes processa-se uma degradação da produção anual de 1,8%, perfazendo um total de 15% em 20 anos.

Os proveitos também foram ajustados anualmente conforme a inflação.

De forma resumida, na tabela 10.41, poderá verificar-se a análise do investimento de uma forma bastante simplificada, bem como o retorno do investimento (simplificado) que se revelou inferior a 9 anos. Quanto aos dados ambientais verificou-se uma redução das emissões anuais de GEE em aproximadamente **52 tonCO<sub>2eq</sub>**, o equivalente à emissão de CO<sub>2eq</sub> de aproximadamente **5 habitantes europeus.**

Tabela 10.41 – Desempenho económico e ambiental associado a instalação de fotovoltaicos (BIPV) aplicados ao DVB.

Dados económicos		
	Proposta Base - Fachada de vidro	Proposta Sustentável - BIPV
Investimento Inicial (Euros)	600.916,00 €	915.600,00 €
Diferença do investimento (Euros)		314.684,00 €
Produção de electricidade vendida a rede (1º ano) (Euros)		39.900,00 €
Custo com manutenção		3.300,00 €
Retorno do Investimento	9 anos	
VAL (Valor Actual Líquido) (15 anos)	67.922,00 €	
TIR (Taxa Interna de Rentabilidade)	8%	

Dados económicos		
	Proposta Base - Fachada de vidro	Proposta Sustentável - BIPV
Produção de energia anual (KWh)	0	105.000
Emissões evitadas (TonCO <sub>2eq</sub> )	0	52,3
Redução das emissões globais do DVB		0,43%

Ou seja, ao desenvolver esta análise de forma mais complexa, a produção de electricidade, varia positivamente ano a ano com as actualizações da inflação sobre a tarifa legalmente legislada. Por outro lado, varia negativamente pelo valor da degradação anual sobre a produção eléctrica. Alguns



ajustamentos também devem ser processados sobre o valor de manutenção, no entanto, o retorno do investimento deverá manter-se entre o 8º e o 9º ano de vida do projecto, validando assim a análise simplificada e acima referida.

#### 10.3.5 Instalações Frigoríficas (Ene 7)

##### Descrição e objectivos do critério

O objectivo do BREEAM, de acordo com o critério Ene 7, é incentivar a instalação de sistemas de frio (instalações frigoríficas) mais eficientes, de forma a reduzir as emissões de CO<sub>2eq</sub>.

Neste sentido, estão disponíveis três créditos para este critério, atribuídos mediante o cumprimento das seguintes medidas:

- Escolha de equipamentos incluídos na lista “ECA Energy Technology Product List”, uma iniciativa do Governo Britânico para melhorar a gestão das alterações climáticas, através da definição de taxas de incentivos, com o objectivo de incrementar o investimento em determinados equipamentos energeticamente eficientes;
- Garantia de que as câmaras frigoríficas são projectadas de forma a minimizar os consumos durante o seu funcionamento;
- Garantia de que sistemas eficientes, como o armazenamento térmico, “Free cooling” ou recuperação de calor são devidamente providenciados.

Neste estudo, foi abordado apenas a terceira medida, pelos seguintes motivos:

- A primeira medida refere-se à escolha de produtos incluídos na lista mencionada e, neste caso, o crédito poderá apenas ser atribuído após a escolha definitiva dos sistemas a instalar;
- A segunda medida não está sob a responsabilidade directa do Centro Comercial em estudo, pois a sua implementação depende da decisão dos operadores, que neste caso serão um hipermercado e os lojistas da restauração<sup>44</sup>.

Assim, o presente estudo foca-se na instalação de armazenamento térmico (neste caso, de frio) como opção para o cumprimento de um crédito.

Créditos disponíveis: 3 créditos (somente o cumprimento de um crédito será analisado)

---

<sup>44</sup> De forma a incentivar a decisão do operador para a compra de equipamentos mais eficientes – A empresa Gestora do Centro Comercial, procedeu à introdução deste critério no Manual do lojista, a ser entregue após assinatura do contrato.

### Descrição do sistema

O armazenamento térmico ("*Thermal Storage Energy*") tem a principal função de armazenar energia térmica, de forma a ser utilizada em períodos em que as tarifas de energia são mais elevadas (horas de ponta). Os bancos de gelo e os chillers de água são os exemplos mais comuns deste sistema (ver figura 10.23).



Figura 10.23- Bancos de Gelo instalados no Dolce Vita Porto.

Pode afirmar-se que os bancos de gelo não proporcionam propriamente uma redução do consumo de energia eléctrica, mas permitem um desfasamento entre a produção e a procura, ou seja, enquanto um sistema de ar condicionado convencional gera frio para atender uma necessidade pontual e momentânea, através dos bancos de gelo, o frio produzido pelos *chillers*, durante os horários com tarifário eléctrico mais económico (Horas de vazio - 0 h às 7h), é armazenado de forma a posteriormente ser utilizado em períodos com tarifário mais elevado (horas de ponta e de cheia). A grande vantagem dos bancos de gelo encontra-se assim na vertente económica. Desde que estes sejam programados para funcionar em horas de ponta, tornam-se numa solução bastante rentável, devido à economia dos custos anuais com a Potência tomada<sup>45</sup> e da redução da potência contratada em cerca de 25% a 30% (PQF, 2008).

Uma outra vantagem traduz-se num aumento da eficiência e durabilidade dos chillers, já que estes funcionam, preferencialmente, no regime nominal e nocturno, com procura mais constante dos equipamentos de refrigeração, nos períodos em que a temperatura de condensação é menor (Aream, 2009).

No que concerne às vantagens ambientais e sociais, enumeram-se as seguintes:

- Não contribuição para a sobrecarga da rede nos horários mais críticos;

---

<sup>45</sup> Potência Tomada (Potência em Horas de Ponta) – corresponde ao quociente mensal entre a energia activa consumida em horas de ponta e o número de horas de ponta.

- Melhoria da qualidade do ar e respectivo aumento do conforto humano, pois o frio gerado pelos bancos de gelo é menos seco do que o gerado pelos aparelhos de ar-condicionado convencionais (Abdel K., 2003);
- Redução do ruído, devido à diminuição da potência e da eliminação de equipamentos intermediários;
- Diminuição das emissões de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  ao nível das centrais termoeléctricas.

Quanto às desvantagens do sistema, admite-se que a maior dificuldade se encontra na disponibilidade de espaço para a sua instalação, bem como em relação às emissões de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  totais, com base na actual conjuntura nacional.

Conforme referido anteriormente, apesar dos níveis de emissões reduzirem ao nível das centrais termoeléctricas, numa análise global e conforme o actual cenário energético do País, o factor de emissões nos horários de vazio serão maiores do que nos horários de ponta e cheia. Ou seja, durante o processo de armazenamento nos bancos de gelo, as emissões de  $\text{CO}_{2\text{eq}}$  geradas serão maiores, devido ao tipo de produção de electricidade utilizada nos períodos em referência, como se verificará nas figuras abaixo identificadas (figura 10.24 e 10.25).

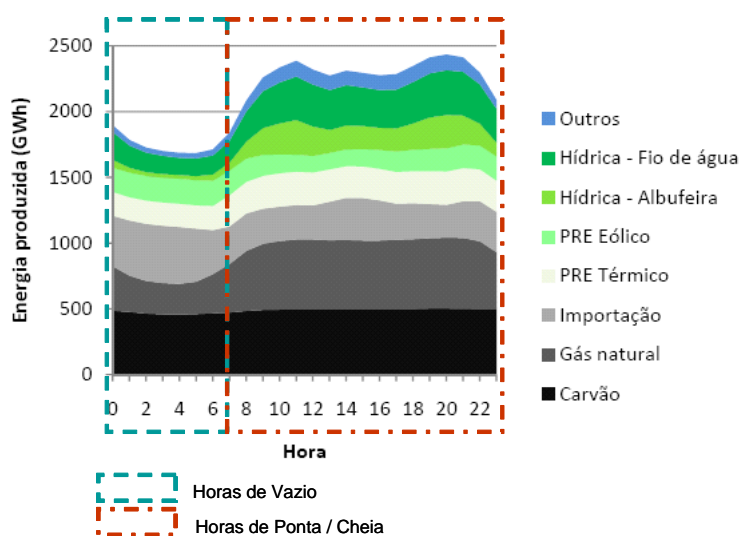


Figura 10.24 – Produção total de electricidade no ano de 2007 e identificação das horas de procura de energia (Fonte: Henriques A.C., 2008)(adaptado).

No período das 0h às 7h (horas de vazio), apesar de haver menor consumo da energia produzida através das termoeléctricas (gás natural) do que nos restantes períodos, verifica-se o seguinte:

- Período de maior importação de energia;
- Menor produção por meio de renováveis e hídrica (com excepção do eólico) do que as horas de Ponta e Cheia.

Deste modo considerando que cada uma das fontes de energia produz diferentes factores de emissão, concluiu-se que os factores de emissões de gases de efeito estufa (GEE) por MWh produzido variam também ao longo do dia, como poderá observar na figura seguinte (Figura 10.25):

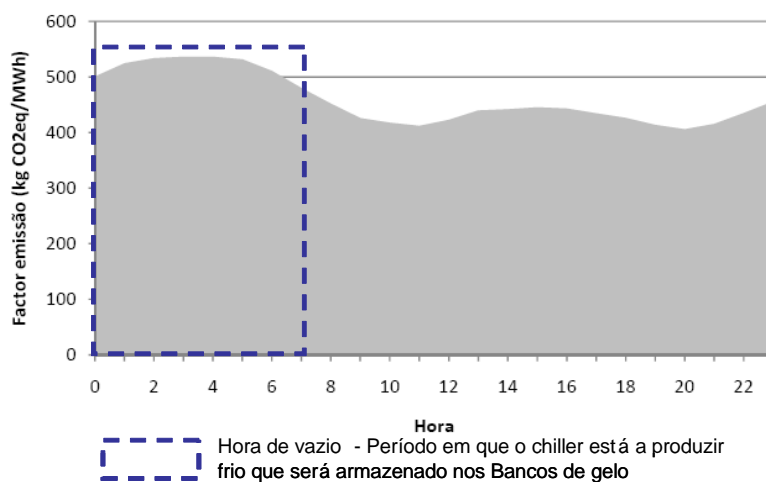


Figura 10.25 – Emissões de GEE referentes ao balanço energético diário (valores médios de 2007) (Fonte: Henriques A.C., 2008) (adaptado).

Através das emissões de GEE identificadas durante os diferentes períodos do dia, é possível comprovar o que foi mencionado anteriormente. No que se refere às emissões de GEE por dia, os bancos de gelo podem emitir mais GEE do que as opções convencionais, ou seja, confirmando-se assim que o seu maior benefício se encontra apenas no potencial de eficiência económica.

### Aplicação prática ao caso de estudo

Apesar de não serem uma solução que contribua para a redução das emissões de GEE, os bancos de gelo podem ser uma alternativa sustentável, de uma perspectiva económica, social e ambiental (conforme anteriormente abordado) e, nesse sentido, apresenta-se, no presente trabalho, a sua aplicação ao caso de estudo, DVBraga.

#### ▪ Dados gerais utilizados

O trabalho que será apresentado refere-se ao estudo económico de um sistema de produção térmica, destinado ao Centro Comercial Dolce Vita Braga, apresentado pela empresa PQF Engenharia, onde poderá verificar-se a comparação entre dois cenários distintos (com respectivos investimentos), expressos na tabela 10.42.

- **Proposta base:** Representa a produção directa de água refrigerada composta por 6 chillers de 1600 KW e grupos de bombagem (1.670 m<sup>3</sup>/h). A máquina frigorífica considerada é do

tipo de arrefecimento por ar, com compressores de parafuso e fluído frigorígeno R 134a. (COP considerado 2,5 (dia) e 2,8 (noite));

- **Proposta sustentável:** Representa o sistema com acumulação frigorífica, que introduz a redução de chillers, de seis para cinco, com potências de 1320 KW, grupos de bombagem (1140 m<sup>3</sup>/h) e bancos de gelo com os respectivos equipamentos. (ver tabela 10.42)

Tabela 10.42 – Comparação entre os cenários estabelecidos, com descrição dos componentes e investimento necessário (Fonte: PQF, 2008).

		Proposta base	Proposta sustentável
Dados Gerais		Consumo energético com produção directa.	Sistema com acumulação (Bancos de gelo)
	Nº de Chillers	6 (chillers 1600Kw)	5 (Chillers de 1320KW)
	Chillers (KW)	9725	6630
	Bombas primária do Chillers (m3/H)	1673	1140
	Bancos de Gelo (unidades)	X	80
Elementos complementares aos bancos de gelo	Permutador de placas (KW)	X	9725
	Bombas do banco de gelo (m3/H)	X	1234
	Rede hidráulica adicional	X	a considerar
	Etileno Glicou (25%)	X	a considerar
Investimento inicial - equipamentos	Chillers	1.140.000,00 €	775.000,00 €
	Bombas primárias dos Chillers	90.000,00 €	50.000,00 €
	Bancos de Gelo	0,00 €	1.072.000,00 €
	Permutador de placas (KW)*	0,00 €	193.304,00 €
	Bombas do banco de gelo (m3/H)*	0,00 €	200.000,00 €
	Rede hidráulica adicional*	0,00 €	700.000,00 €
	Etileno Glicou (25%)*	0,00 €	25.000,00 €
	<b>Total</b>	<b>1.230.000,00 €</b>	<b>3.015.304,00 €</b>

Para a definição das necessidades energéticas do Centro Comercial em estudo, consideraram-se os dados climáticos de Braga (I2 e V2) em conformidade com o Decreto-Lei nº 80/2006, de 4 de Abril (anexo III), bem como as condições interiores e exteriores, o índice de ocupação média, caudais de ar exteriores, iluminação e equipamentos conforme valores preestabelecidos.

Através dos parâmetros preestabelecidos, dos horários de funcionamento do Centro Comercial e da frequência de visitantes, foi possível definir as cargas térmicas máximas, conforme a identificação de três cenários distintos (que incluem as lojas e o “mall”- áreas comuns):

- “Dia de Projecto” (Verão) (3 meses/ ano): 9700KW
- “Dias médios” (6 meses/ano): 7500KW
- “Dias de Inverno” (3 meses/ ano): 5900Kw

Mais informações relativas ao histograma de energia térmica fornecido poderão verificar-se nos documentos em anexo IV.

Relativamente aos tarifários apresentados pela empresa PQF, reportam-se aos tarifários de 2007 fornecidos pela EDP, referentes às tarifas para média tensão, média utilização e tri-tarifário. No entanto, no presente trabalho, considerou-se a actualização dos tarifários para o ano de 2008, de forma a manter a paridade com os restantes critérios que foram analisados nesta investigação (tabela 10.43). Observa-se abaixo que a potência em horas de Ponta (Potência tomada) custa aproximadamente sete vezes mais do que a potência contratada.

Tabela 10.43 – Tarifário aplicado ao caso de estudo (EDP, 2008)

TARIFÁRIO A APLICAR (2008)	MÉDIAS TENSÕES / MÉDIAS UTILIZAÇÕES (Tri-Horárias)
CUSTO DA POTÊNCIA CONTRATADA	1,019 € / kW / mês
CUSTO DA POTÊNCIA TOMADA (H. DE PONTA)	7,49 € / kW / mês

É importante constatar que os encargos considerados neste critério diferem de outros critérios de energia analisados, onde foram definidas taxas únicas (0,076 euros/ kWh). Neste caso concreto, consideraram-se todos os ciclos horários e tarifários aplicados, pois o objectivo era verificar os ganhos obtidos, ao deslocar os consumos das horas de ponta.

#### ▪ Resultados económicos e ambientais evidenciados

Os resultados obtidos através da descrição dos dois diferentes cenários propostos, serão aqui apresentados através de um resumo comparativo dos resultados (ver tabela 10.44). Os dados ambientais (emissões de GEE) não serão aqui descritos, devido à sua irrelevância neste estudo, conforme anteriormente mencionado.

Tabela 10.44 – Resultados associados aos encargos anuais dos dois cenários apresentados.

Dados económicos		Proposta base	Proposta Sustentável
	unidades		(c/ Bancos de gelo)
Investimento Inicial	€	1.230.000,00 €	3.015.304,00 €
Investimento adicional	€		1.785.304,00 €
Potência Contratada (1)	KW	4.163	3.040
Potência tomada (2)	KW	24.089	2.419
Energia Activa consumida (3)	KWh	14.570.897	14.631.479
Consumo em horas de ponta	KWh	479.318	48.474
Custo Pot. Contratada (1)	€	50.907,70 €	37.170,82 €
Custo Potência Tomada (H. de ponta) (2)	€	180.428,69 €	18.115,61 €
Custo energia consumida (3)	€	1.084.226,52 €	907.673,66 €
<b>Custo total com energia</b>	€ / ano	<b>1.315.562,91 €</b>	<b>962.960,10 €</b>
Ganhos anuais	€ / ano		352.602,81 €
Período de retorno simples	anos	6	
VAL (Valor Actual Líquido) (15 anos)	euros	2.138.649,93 €	
TIR (Taxa Interna de Rentabilidade)	%	18%	

Na tabela acima apresentada, verificou-se que os ganhos anuais obtidos no cenário 2 são justificados pela redução dos encargos associados à Potência Tomada em horas de Ponta (efectuou-se uma redução de aproximadamente 90%, comparativamente ao cenário1).

Assim, como já havia sido mencionado no início deste estudo, a Potência Tomada é a principal responsável pela redução dos encargos, originando uma diminuição de aproximadamente 27% nos custos totais (Proposta base). Revela-se uma solução bastante aliciante, com um retorno do investimento (*Pay-back* simplificado) que poderá ser alcançado em apenas 6 anos.

### 10.3.6 Elevadores (Ene8)

#### Descrição e objectivos do critério

O objectivo do BREEAM, de acordo com o critério ENE8, é reconhecer e encorajar a utilização de sistemas de transporte verticais eficientes.

Os dois créditos disponíveis para este critério são atribuídos mediante o cumprimento dos seguintes requisitos:

#### 1º Crédito:

- 1- Comprovar que foi realizado, pela equipa de projecto, um estudo preliminar a fim de determinar a quantidade e o tamanho ideal dos elevadores a serem instalados no empreendimento, bem como o rácio do contrapeso ajustado ao número de passageiros.
- 2- Analisar o consumo de energia de, pelo menos, dois diferentes tipos de elevadores, a fim de estimar quais os sistemas com menor consumo de energia.

2º Crédito:

- 3- O 1º Crédito ser alcançado.
- 4- Das seguintes características de eficiência energética, pelo menos três devem ser especificadas em projecto:
  - a. Em horas e períodos inactivos, os elevadores devem operar em sistema “Stand-by”. Por exemplo: os equipamentos auxiliares dos elevadores, como a ventilação e a iluminação, devem desligar-se em períodos sem utilização;
  - b. Os motores dos elevadores devem ter sistemas com carga variável (velocidade, voltagem e frequência variável);
  - c. Os elevadores devem ter unidades regenerativas onde seja possível reaproveitar, e injectar na rede (ou aproveitamento local), a energia gerada pelo elevador em funcionamento;
  - d. Os elevadores devem utilizar iluminação eficiente ( $> 60\text{Lumens/watt}$  ou que consomem menos que  $5\text{W ex. LEDs}$ ).

A actual aplicabilidade do critério, no caso de estudo Dolce Vita Braga – cumpre os requisitos exigidos, através do cumprimento na íntegra do 1º crédito e de três especificidades exigidas no item 4 do 2ºCrédito (itens b, c e d).

Créditos disponíveis: 2 créditos

**Descrição do sistema**

A solução encontrada para cumprir os requisitos definidos pelo BREEAM foi o sistema Gen2Drive Regenerativo (patenteado pela empresa Otis) que possui duas características fundamentais, definidas pela sua configuração e pelo sistema regenerativo acoplado.

O sistema Gen2Drive substitui os cabos de suspensão e a tracção por um sistema de cintas de ferro recobertas por poliuretanos (figura 10.26).

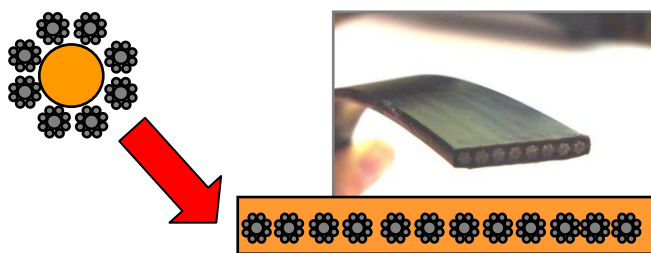


Figura 10.26- Cabo convencional comparado a um sistema Gen2Drive (Cinta plana)(Fonte: Otis, 2008).



Esta alteração beneficia o sistema com diversas vantagens, destacando-se (Otis, 2008):

- A redução do espaço possibilitada pela diminuição do tamanho do motor (sistema sem casa de máquinas) (figura 10.27);
- Dispensa da utilização de óleos lubrificantes poluentes, graças à sua configuração e revestimento com poliuretano;
- Aumento da durabilidade dos cabos (devido ao reduzido desgaste), e redução dos ruídos, mantendo os níveis abaixo dos 30 dBA, devido à sua cavidade plana revestida com poliuretano que evita o contacto directo entre as cintas e a roldana (ferro/ferro) (Figura 10.28).



Figura 10.27 – Comparação entre um motor convencional e o Sistema Gen2Drive (Fonte: Otis, 2008).

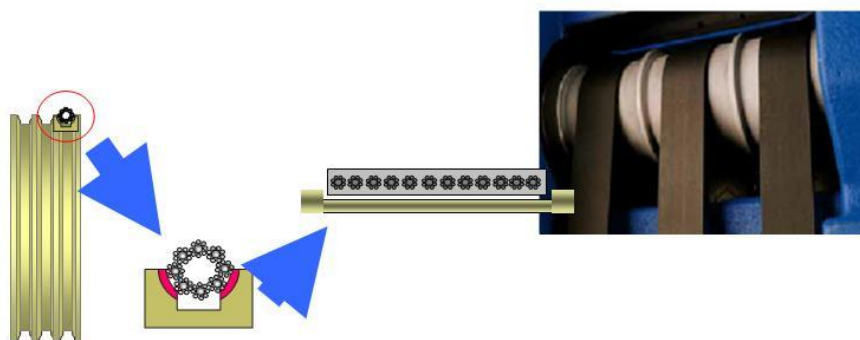


Figura 10.28 – Comparação entre cabos de elevadores convencionais e as cintas planas do Sistema Gen2Drive (Fonte: Otis, 2008).

Além das vantagens relacionadas com a configuração, o sistema Gen2Drive Regen evidencia outros aspectos, como um sistema de velocidade, frequência e tensão variável, iluminação eficiente e sistema regenerativo, conforme os requisitos do BREEAM.

É importante referir as características inovadoras do sistema regenerativo (*Regen drive*) (Figura 10.29), que aproveita a energia dissipada durante a utilização do elevador, resultando assim numa economia de aproximadamente 75%, comparando com um sistema convencional (Otis, 2008).



Figura 10.29- Sistema Regen Drive (Fonte: Otis, 2008).

Tendo em conta que um elevador é constituído pela cabina, máquina e contrapeso, o contrapeso tem a função de equilibrar a meia carga da cabina, fazendo com que o elevador funcione por meio de gravidade durante as descidas da cabina carregada e nas subidas com a cabina vazia. É importante ressaltar que é no período em que o elevador utiliza a gravidade, que ele está a gerar energia eléctrica. A diferença é que, num elevador sem o sistema *Regen drive*, esta energia é dissipada, enquanto que um elevador com *Regen drive* aproveita e reenvia esta energia para o quadro da rede, de forma a ser utilizada pelos restantes equipamentos do edifício (Otis, 2008).

Veja-se abaixo (Figura 10.30) o esquema de funcionamento do *Regen drive*. A área em amarelo refere-se ao consumo de energia de um elevador sem o sistema regenerativo, enquanto que a diferença entre a área amarela (energia consumida) e a verde (energia gerada) representam o consumo de um elevador com sistema regenerativo, onde ocorre o aproveitamento da energia gerada.

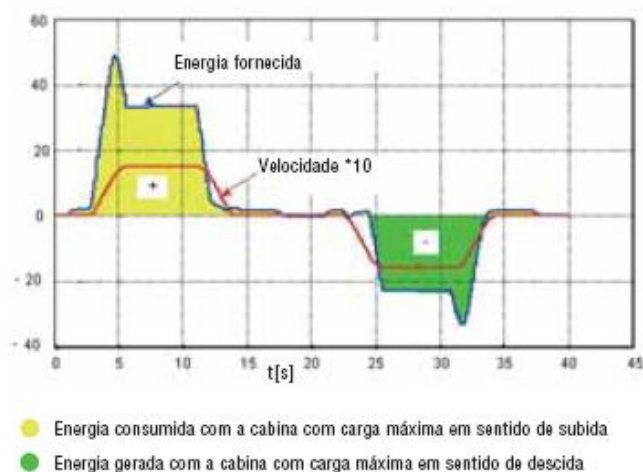


Figura 10.30- Consumos de energia (área a amarelo) e a energia gerada (área a verde) (Fonte: Otis, 2008).

A escolha eficiente de um sistema de transporte vertical implicaria não somente a redução do consumo de energia, durante a operação do empreendimento, como também, em alterações e benefícios que se poderão verificar desde o início do ciclo de vida do equipamento, proporcionando a diminuição da extracção dos recursos naturais até à sua produção final. Poderá verificar-se na tabela abaixo (tabela 10.45), a quantidade de matérias-primas e produção de resíduos que são evitados por equipamento, durante a produção do Gen2Drive, comparado a um sistema convencional.

Tabela 10.45- Recursos e resíduos evitados durante a produção do Gen2Drive (Fonte: Otis, 2008).

Recursos Naturais	
Matérias Primas	- 181,71Kg
Materiais auxiliares	- 2,44Kg
Resíduos perigosos	
Monoetilenglicol	- 0,25Kg
Óleos, graxa e outros	- 0,10Kg
Emulsões oleosas	- 1,04Kg
Sujeira da reparação	- 0,26Kg
Resíduos inertes ou assimiláveis a urbano	
Resíduos de corte de material	- 43,81Kg
Resíduos de alumínio e escórias	- 3,45Kg
Emissões	
VOCs	- 0,35Kg
fumos e partículas	- 0,02Kg

De acordo com um estudo realizado pela empresa Otis, em uma das suas fábricas em Zardoya, onde se verificou um aumento da produção do sistema de cinta plana (Gen2Drive), a partir de 1998, também se observou a redução proporcional de recursos e resíduos e os seus respectivos encargos (ver Figura 10.31).

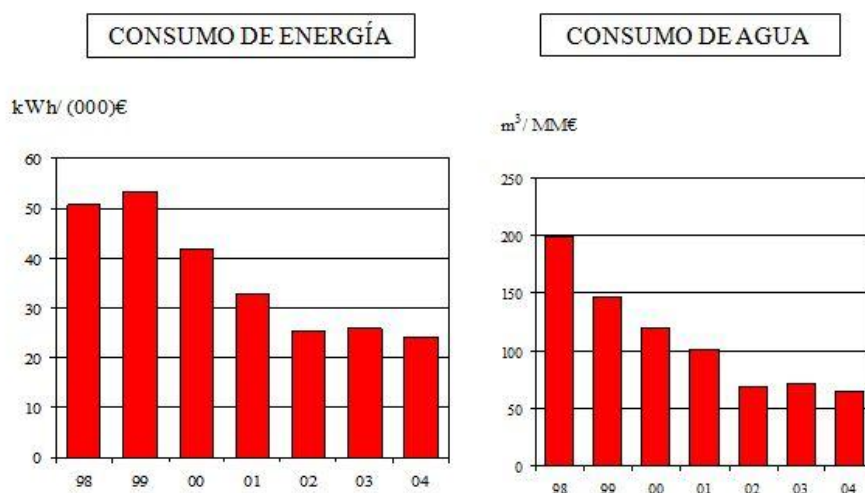


Figura 10.31- Consumo e emissões variáveis pela facturação da fábrica em Zardoya (Fonte: Otis, 2008).

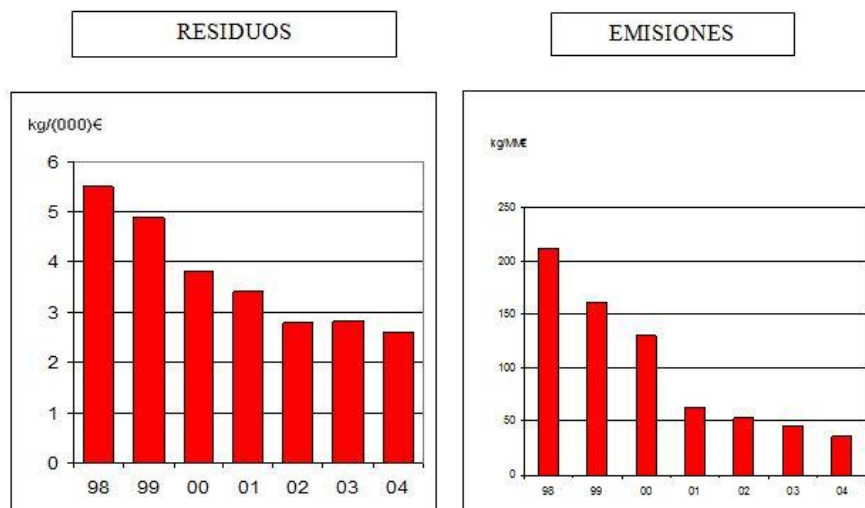


Figura 10.31(cont.) - Consumo e emissões variáveis pela facturação da fábrica em Zardoya (Fonte: Otis, 2008).

### Aplicação prática ao caso de estudo

#### ▪ Dados gerais da análise.

Neste estudo, realizou-se a comparação entre um sistema convencional e o sistema Gen2drive Regen, de forma a cumprir os requisitos da ferramenta BREEAM. Os casos propostos são os seguintes:

- **Proposta Base (A)** – Elevador com motor de indução eléctrico com casa de máquina (Marca Otis: Sistema Gearless drive não regenerativo). Este estudo não utilizou o sistema hidráulico, pelo facto de não ser o mais indicado para o caso de estudo (o sistema hidráulico não é indicado para edifícios com uma altura elevada e de frequente utilização).  
Potência máxima instalada (Kva) (1600Kg): 15Kva (equivalente a 12KW)<sup>46</sup>  
Potencia máxima instalada (Kva) (1275Kg): 12Kva (Equivalente a 9.6KW)
- **Proposta Sustentável (B)** (actual proposta para o caso de estudo) – Sistema Gen2Drive regenerativo, a cumprir os requisitos exigidos pelo BREEAM (Figura 10.32).  
Potência máxima instalada (Kva) (1600Kg): 10Kva (equivalente a 8Kw)  
Potencia máxima instalada (Kva) (1275Kg): 8Kva (equivalente a 6,4Kw)

<sup>46</sup> A conversão das potências de Kva para Kw foi definida pela equação:  $Kw = Kva * F.P$  (F.P - Factor de Potência do equipamento). O F.P do equipamento utilizado foi de 0.8.

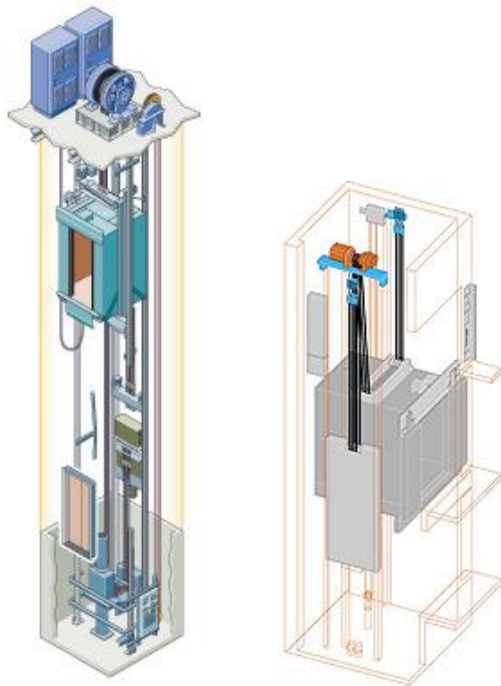


Figura 10.32- À esquerda, Sistema Gearlessdrive não regenerativo (com casa de máquina) e à direita, o sistema Gen2Drive Regen (Otis, 2008).

A – Número de elevadores identificados na actual proposta:

- 10 Elevadores de 1600Kg (21 pessoas)
- 4 Elevadores de 1250Kg (17 pessoas)

B – Número médio de paragens: 5 pisos

C – Curso médio: 21 Metros.

D – Custos dos serviços: Os custos utilizados foram definidos em conformidade com os tarifários da EDP do ano de 2008, tendo por base os custos fixos (custo mensal da potência contratada) e os custos variáveis (definidos pelo tarifário em horas de vazio, cheio e ponta) para todos os dias da semana (ver tabela 10.46)

Tabela 10.46– Custos associados ao consumo de energia (Fonte: EDP, 2008).

Custo variável por ano (Fonte EDP) (Euros/KWh)	1,019 €
Custo variável médio (EDP) (Euros/Kwh)	0,076 €

E – Horários de Funcionamento: Os horários de utilização dos elevadores foram analisados por semana e fins-de-semana, bem como pela afluência de visitantes entre as 9 horas (horário de abertura) e as 24 horas (horas de fecho). Este valor foi expresso em percentagem (LMSA, 2008) (ver anexo V).

F – Custos anuais com Manutenção: Os custos de manutenção aplicados pela Empresa Otis são os mesmos nos dois diferentes casos que serão analisados (Tabela 10.47). Para a Otis, um factor diferenciador dos custos associados à manutenção está relacionado com o número de pisos do edifício. Ou seja, mesmo com as vantagens do sistema Gen2Drive, quanto à sua menor utilização de óleos durante a manutenção e a sua possibilidade de monitorização 24 horas, estes factores não implicaram uma redução dos seus encargos.

Tabela 10.47 – Custos associados a manutenção por equipamento (Fonte: Otis, 2008).

custo da manutenção completa (anual) por equipamento.	3.552,00 €
--	------------

Os custos com manutenção mais adaptados aos tipos de elevadores e às suas eficiências poderiam trazer maiores vantagens ao sistema Gen2Drive. Assim, além das vantagens energéticas e da redução dos encargos de manutenção, proporcionaria mais incentivos e um aumento da sua competitividade no mercado.

▪ Resultados económicos e ambientais obtidos.

Com base nos pressupostos anteriormente indicados, verificaram-se os consumos energéticos e de manutenção anuais, bem como os seus encargos associados.

Através desta análise, conclui-se que, mesmo sendo responsável por uma parcela reduzida de consumo, quando comparado com outros sistemas de um Centro Comercial (parcela do consumo total do DVB: 2% a 4%), o sistema mais sustentável (Gen2Drive) obteve resultados bastante interessantes, inclusive a redução de emissões por ano de aproximadamente **125TonCO<sub>2eq</sub>** (o equivalente à emissão produzida por aproximadamente **12 habitantes europeus**).

A tabela seguinte (tabela 10.48) resume as diferenças entre os sistemas e apresenta as vantagens associadas ao sistema mais eficiente, quer ambientais quer económicas.

Tabela 10.48- Resultados económicos e ambientais entre sistemas.

Dados Económicos	custo total	
	custo unitário	(100% dos elevadores)
Investimento inicial - Proposta Base (A)	95.500 €	674.800 €
Investimento inicial - Prop. Sustentável(Gen2Drive Regen) (B)	118.171 €	845.640 €
Diferença do Investimento	22.671 €	170.840 €
Encargos anuais (manutenção e consumos) (A)	14.871 €	106.689 €
Encargos anuais (manutenção e consumos) (Gen2Drive Regen) (B)	12.282 €	87.702 €
Ganhos económicos anuais ( Proposta B comparado a proposta Base A)	2.589 €	18.987 €
% de Ganhos economico		17,80%
Retorno do Investimento (anos)		10
VAL (valor actual liquido) (15 anos)		25.531,80 €
TIR (Taxa Interna de Rentabilidade)		7%

Dados Ambientais	Consumo unitário	Total dos elevadores (100% do DVB)
Total de energia consumida na proposta base (A) (Kw h/ano)	102.433	751.172
Total de energia consumida na proposta B (Gen2Drive Regen) (KWh/ano)	68.288	500.782
Consumos energéticos evitados (KWH/ano)	34.144	250.391
% de Redução do consumo energético dos elevadores		33%
Tonelada de CO <sub>2eq</sub> evitados anualmente (TonCO <sub>2eq</sub> )	17	125

As medidas analisadas neste capítulo referem-se aos critérios que foram seleccionados em função das suas implicações económicas e ambientais, bem como fossem facilmente quantificáveis a médio e a longo prazo.

Conforme se verificou nesse capítulo, as medidas referem-se à análise de critérios que contribuem para o aumento da eficiência de gestão da água e energia, sendo estes responsáveis pelos principais encargos operacionais.

Neste trabalho, também se verificou que as medidas que necessitaram de um maior esforço financeiro inicial, foram aquelas que, de algum modo, beneficiaram muito significativamente da mudança comportamental e de desempenho do edifício, proporcionando assim resultados económicos e ambientais bastante aliciantes.

## **CAPÍTULO 11 – RESULTADOS OBTIDOS**

### **11.1 Introdução**

Neste capítulo, será apresentada a análise global, definida pelos resultados económicos e ambientais identificados nas diferentes intervenções propostas (Cenários 1, 2, 3 e 4).


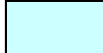


Conforme mencionado, o BREEAM define, na sua análise ambiental, a avaliação de 61 critérios. Para o aumento da classificação dos diferentes cenários (nomeadamente o cenário 3 e 4) foi necessário adicionar novos critérios, não verificados nos edifícios de referência (cenário 1), bem como na proposta base do caso de estudo (cenário 2).

Antes de mais, devem ressaltar-se alguns pressupostos assumidos, para melhor compreensão dos resultados obtidos:



- Total do investimento estimado para o Empreendimento (DVB)<sup>47</sup>: **137.538.779,00 €**;
- Investimento previsto para a construção (52,8% do total): **72.627.611,00€**;
- Emissões de CO<sub>2eq</sub> dos edifícios de referência (média anual)<sup>48</sup>: **4908 tonCO<sub>2eq</sub>/ano**;
- Consumo de energia eléctrica previsto para o DVB na proposta base: **24.286 MWh<sub>e</sub>**;
- Consumo de água previsto para o DVB na proposta base: **73.277m<sup>3</sup>/ano**;

Com base nos Investimentos iniciais, foram definidos os seguintes parâmetros de análise:

	Medidas que já são conhecidas como práticas da empresa ou cumprem a legislação Nacional / europeia
	Reduzido investimento ( < 50.000€)
	Médio investimento ( entre 50.000 € a 150.000 € )
	Elevado investimento ( >150.000 € )

Neste sentido, no diagrama e tabelas a seguir apresentadas, mostram-se os resultados ambientais e económicos advindos das intervenções realizadas. Ressalva-se que, entre os critérios adicionados, principalmente no que se refere à mudança do cenário 1 para o cenário 2, foram definidas algumas medidas sem os encargos associados, devido à própria evolução regulamentar do País e/ou ao facto de serem medidas posteriormente definidas como práticas da empresa, conforme anteriormente referido.

A seguir, apresentam-se as alterações de cenário para cenário, além de um resumo das implicações económicas e ambientais advindas do somatório de todos os critérios adicionados.

Os valores aqui definidos são valores reais, para o caso de estudo em questão, não podendo ser directamente replicados para outros edifícios. No entanto, deve ter-se atenção ao resultado final, comparado com o investimento total (expressos em percentagem), bem como as classificações definidas para reconhecer os critérios com reduzido, médio e elevado investimento.

Conforme referido no capítulo 4, este trabalho revela os impactes directos resultantes dos referidos critérios, não contabilizando os eventuais efeitos indirectos, tais como o aumento da produtividade e das vendas, ou a divulgação e o “marketing” associado.

---

<sup>47</sup> Inclui-se na análise os seguintes encargos: 1- Terreno, 2- IMT, notário e registo, 3- Construção, 4- Estudos e projectos, 5- Fiscalização e coordenação, 6- taxas e Licenças, 7- comercialização , 8 – Marketing e publicidade, 9- encargos de estrutura, 10- encargos financeiros, 11- imprevistos.

<sup>48</sup> Para efeito de comparabilidade com o caso de estudo, considerou-se somente as emissões directas e indirectas controladas pela empresa (excepto deslocação dos operadores), denominados de *scope 1* e *2* conforme o Protocolo do GEE (referido no capítulo2): consumo de energia, de água e produção de resíduos. Estes valores resultam da contabilização do carbono no ano de 2007, realizado pelo Instituto Superior Técnico (IST) e que foram solicitados pela Chamartin no âmbito da sua Política de Sustentabilidade.

## 11.2 Comparação entre cenários estabelecidos.

### Implicações económicas e ambientais associadas à passagem do cenário 1 para o cenário 2 (A)

Não se analisaram as implicações económicas e ambientais das medidas que diferenciam os edifícios de referência do caso de estudo (proposta base), pelo facto das referidas medidas resultarem de alterações regulamentares ou por serem práticas habituais da empresa, implementadas durante o desenvolvimento do caso de estudo DVB (ver figura 11.1 e tabela 11.1). No entanto ressalva-se que no caso do cenário 2, e apesar deste possuir uma classificação "PASS", conforme referido no capítulo 7, este possui um potencial para obter a classificação "GOOD". Ou seja, a classificação "GOOD" somente não foi designada devido ao não cumprimento de um critério obrigatório (critério WAT1). Conforme se poderá verificar a seguir, nas implicações associadas à passagem do cenário 2 para o cenário 3, o cumprimento deste critério acarretaria um investimento de aproximadamente € 3.434,07.

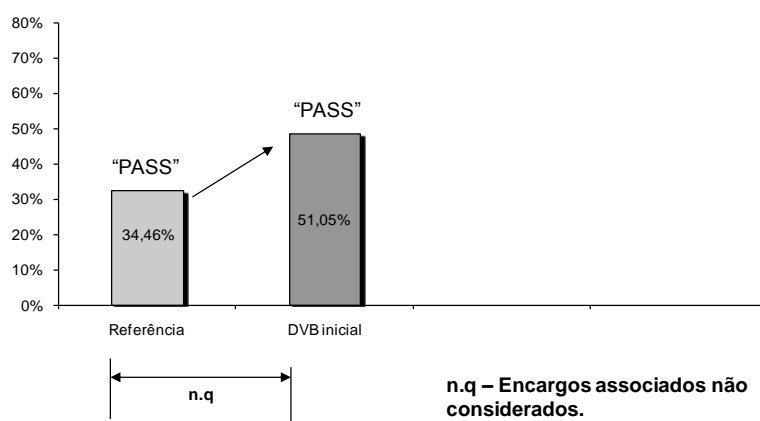


Figura 11.1 – Gráfico representativo das diferentes classificações do cenário 1 e 2.

Tabela 11.1 – Resumo dos critérios adicionados no cenário 2 (DVB – proposta base)

MEDIDAS ADICIONAIS - Cenário 1 (PASS) para Cenário 2 (PASS com potencial para GOOD)											
Breeam-Retail			Economical data				Environmental data				
Related category	Ref.	Criteria	Investimento inicial (€)	Retorno do investimento (anos)	VAL (15 anos) (€)	VAL(20anos) (€)	TIR 15 (TX Val 5%)	TonCO <sub>2eq</sub> evitados/ano	Redução de energia (MWh)	Redução do consumo de água (M <sup>3</sup> )	Pontuação Breeam obtida
Management	Man3	Construction site impacts	Todas as medidas não contempladas nos Centros Comerciais (Edifícios de Referência), e que foram adicionadas ao caso de estudo (Cenário2 - proposta inicial), referem-se às alterações regulamentares no País, ou seja, reflectem a evolução das iniciativas a nível Europeu. Quanto ao Critério Man3 (monitorização, relatórios e metas relacionadas a energia e a água) as medida implementada estão em conformidade com os requisitos para a obtenção da Certificação Ambiental ISO14001 (em obra).								2
Health & wellbeing	Hea 9	Volatil Organic Compounds									1
Health & wellbeing	Hea 10	Thermal confort									1
waste	Wst1	Construction site waste management									3

### Implicações económicas e ambientais associadas à passagem do cenário 2 para o cenário 3 (B)

O resultado dos 11 critérios adicionados na primeira intervenção, conforme se verifica no cenário 3 (Figura 11.2 e tabela 11.2), revela-se bastante positivo, com um investimento adicional de **220.443,38 €** (0,30% da parcela do Investimento previsto para a construção do DVB), recuperáveis numa média de 5 anos. Entre outros aspectos económicos, destacam-se os seguintes:

- VAL (analisado em 15 anos): € 356,136,52 euros (bastante superior ao investimento inicial adicional realizado);
- VAL (analisado em 20 anos): € 514.289,26 euros;
- TIR: 22%.

Grande parte deste resultado deve-se às medidas introduzidas com o intuito de aumentar a eficiência da água, que se revelaram bastante acessíveis, do ponto de vista do investimento inicial e rapidamente recuperáveis (em menos de 1 ano), com excepção do critério Wat4.

Quanto aos impactes ambientais advindos desta medida, enumeram-se as seguintes vantagens:

- Emissões de CO<sub>2eq</sub>: **redução de 925,69 tonCO<sub>2eq</sub> no primeiro ano**, devido à substituição do isolamento “XPS” por painéis de cortiça (critério Mat 6), referindo-se a redução das emissões durante o processo de produção. Em relação aos anos seguintes, obtém-se uma redução de **279,09 tonCO<sub>2eq</sub>** (redução de 5,68 % das emissões médias anuais (scope 1 e 2) dos edifícios de referência, a serem compensadas), o equivalente à emissão produzida por 24 habitantes europeus;
- Consumo de energia: redução de **260,4 MWh/ano**, o equivalente a 1,07% do consumo estimado para o DVB (proposta base) e o equivalente ao consumo de energia de 45 habitantes europeus;
- Consumo de água: a redução do consumo de água é o mais expressivo de todos os aspectos ambientais, verificando-se uma redução do consumo em **14.401,7 m<sup>3</sup>** (19,65% do volume estimado para o DVB) e o equivalente ao consumo de água de 226 habitantes europeus.

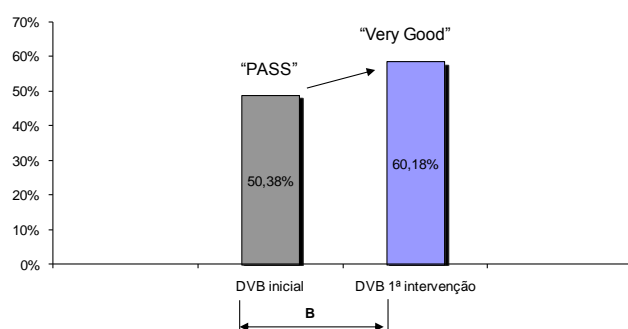


Figura11.2- Gráfico representativo das diferentes classificações dos cenários 2 e 3.

Tabela 11.2 - Resumo das implicações económicas e ambientais dos critérios adicionados ao Cenário 3

MEDIDAS ADICIONAIS - Cenário 2(PASS) para 3 (VERY GOOD) (critérios do Grupo C e D)											
Breeam-Retail			Economical data				Environmental data				
Related category	Ref.	Criteria	Investimento inicial (€)	Retorno do investimento (anos)	VAL (15 anos) (€)	VAL(20anos) (€)	TIR 15 (TX Val 5%)	TonCO <sub>2eq</sub> evitados/ano	Redução de energia (MWh/ano)	Redução do consumo de água (M³)	Pontuação Breeam obtda
Health & wellbeing	Hea14	Conforto ambiental dos escritórios	3.500,00 €	-	-	-	-	0,280	-	-	3
	Ene8	Elevadores- Soluções para maior eficiencia energética	170.840,00 €	10,0	25.531,80 €	85.445,95 €	7%	125	250,4	-	2
Transport	Tra3	Infraestruturas para bicicletas	850,00 €	-	-	-	-	1,66	-	-	1
Transport	Tra4	Previsão de calçadas para pedestres e ciclovias	0,00 €	-	-	-	-	n.q.	-	-	2
Transport	Tra7	Espaços de informações sobre transporte públicos	0,00 €	-	-	-	-	n.q.	-	-	1
Water	Wat1	Medidas para redução do consumo de água: 1- Sanitas com duplo fluxo	3.434,97 €	<1 ano	156.213,60 €	196.588,73 €	400%	43	-	5.291,0	1
Water	Wat1	Medidas para redução do consumo de água: 2- Urinóis sem água	6.327,41 €	<1ano	213.594,58 €	269.293,13 €	299%	56	-	6.817,0	1
Water	Wat3	Sistemas de detecção de fuga de água	3.500,00 €	-	-	-	-	17,00	-	2.010,0	1
Water	Wat4	Sistema de corte de água	5.400,00 €	9,0	2.118,31 €	4.283,22 €	10%	2,33	-	283,68	1
Materials	Mat6	Utilização de isolamentos com menor impacto ambiental	33.491,00 €	-	-	-	-	646,6 (1ºano)	-	-	1
								4,82	10,0		
waste	Wst5	Compostagem	-6.900,00 €	-	-	-	-	29,00	-	-	1
Investimentos adicionais associados - Cenário 2(PASS) para 3(Very good)			220.443,38 €	5 anos	356.136,52 €	514.289,26 €	22%	925,69 (1ºano) 279,09	260,4	14.401,7	

### Implicações económicas e ambientais associadas à passagem do cenário 3 para o cenário 4 (C)

O resultado dos 4 critérios adicionados na segunda intervenção, conforme se verifica no cenário 4 (Figura 11.3 e tabela 11.3), revela-se bastante positivo. Apesar de um investimento adicional de **5.305.647,19 €** (7,31% da parcela do investimento estimado para a construção DVB), a média do período de retorno do investimento foi de apenas 5 anos. Entre outros aspectos económicos, destacam-se:

- VAL (analisado em 15 anos): **€ 8.885.106,07** euros (bastante superior ao investimento inicial (adicional) realizado);
- VAL (analisado em 20 anos): **€ 12.860.439,32** euros;
- TIR: 23%.

Como se concretizam em medidas com elevado investimento inicial, estes critérios apenas foram inseridos numa segunda intervenção. No entanto, conforme se verificou, os resultados foram bastante satisfatórios, obtendo-se mesmo os melhores resultados no âmbito ambiental, sobretudo devido à aplicação do critério Ene 5 (relativo à proposta da Cogeração) e Wat 5 (relativo ao aproveitamento da água da chuva).

Conforme se verificará na tabela 11.3, e conforme relatado no capítulo 10, ao definir o reaproveitamento da água da chuva, foi necessário reajustar os resultados relativos ao critério Wat 1, que estipula acções para aumentar a eficiência dos equipamentos sanitários nos Centros Comerciais. Considerando o aproveitamento da água da chuva para o abastecimento de sanitas e urinóis, passou-se a considerar somente os encargos relacionados com as taxas municipais direccionadas para o tratamento de águas residuais. Como poderá observar na tabela abaixo, os resultados financeiros relacionados com o critério Wat 1, continuam a ser aliciantes, apesar de uma redução de ganhos económicos.

Quanto aos impactes ambientais advindos desta medida, enumeram-se as seguintes vantagens:

- Emissões de CO<sub>2eq</sub>: **redução de 4.148 tonCO<sub>2eq</sub>** (84,52 % das emissões médias anuais (scope 1 e 2) dos edifícios de referência, a serem compensadas), o equivalente à emissão produzidas por 406 habitantes europeus;
- Consumo de energia: redução de **11.348,00 MWh/ano**, o equivalente a 46,73% do consumo estimado para o DVB e o equivalente ao consumo de energia de 1988 habitantes europeus.
- Consumo de água: redução do consumo em **28.295 m<sup>3</sup>** (38,61% do volume estimado para o DVB) e o equivalente ao consumo de água de 424 habitantes europeus.

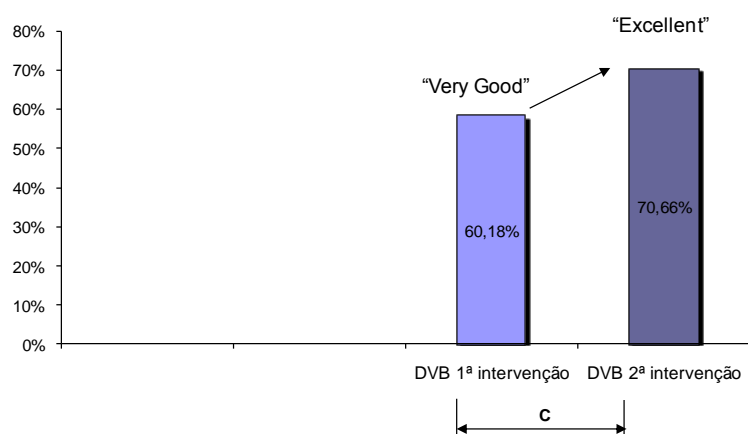


Figura11.3- Gráfico representativo das diferentes classificações do cenário 3 e 4.

Tabela 11.3 - Resumo das implicações económicas e ambientais dos critérios adicionados ao Cenário 4

MEDIDAS ADICIONAIS - Cenário 3 (VERY GOOD) para 4 (EXCELLENT) (Critérios do Grupo D)											
Breeam-Retail			Economical data				Environmental data				
Related category	Ref.	Criteria	Investimento inicial (€)	Retorno do investimento (anos)	VAL (15 anos) (€)	VAL(20anos) (€)	TIR 15 (TX Val 5%)	TonCO <sub>2eq</sub> evitados /ano	Redução de energia (MWh)	Redução do consumo de água (M³)	Pontuação Breeam obtda
Energy	Ene1	Emissões de CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	10
Energy	Ene5	Tecnologias de baixa ou zero emissões (Cogeração)	3.412.107,74 €	5,0	6.318.932,12 €	9.041.251,37 €	24%	4.136	11.348	-	3
Energy	Ene7	Armazenamento de frio	1.785.304,00 €	6,0	2.138.649,93 €	3.251.305,04 €	18%	0	0,00	-	1
water	Wat5	Aproveitamento da água da chuva(inclui rega)	108.235,45 €	2,0	427.524,02 €	567.882,91 €	43%	12	-	28.295,0	2
water	Wat1	Medidas para redução do consumo de água (1+2) conjugadas com Wat5	9.762,38 €	1,0	116.783,96 €	149.141,69 €	112%	94	-	12.107,6	2
Investimento adicional associados- Cenário 3 (very good) para 4(Excellent)			5.305.647,19 €	5,0	8.885.106,07 €	12.860.439,32 €	23%	4.148,00	11.348,00	28.295,0	

### Implicações económicas e ambientais associadas à passagem do cenário 2 para o cenário 4 (B+C)

O resultado total advindo da soma da 1ª e 2ª intervenção (Figura 11.4), conforme se verifica na tabela 11.4, revela as implicações de transformar um empreendimento “PASS” em “Excellent”, conforme os critérios estabelecidos pelo BREEAM. Apesar de um elevado investimento, de aproximadamente **5.526.090,57 €** (7,61% da parcela do investimento estimado para a construção DVB, e de 4% referente ao Investimento total do DVB), estes valores mostraram-se recuperáveis numa média de 5 anos. Entre outros aspectos económicos, destacam-se os seguintes:

- VAL (analisado em 15 anos): **€ 8.988.218,57** euros (bastante superior ao investimento inicial – adicional - realizado)
- VAL (analisado em 20 anos): **€ 13.057.988,42** euros.

- TIR: 22%

Quanto aos impactes ambientais advindos desta medida, enumeram-se as seguintes vantagens:

- Emissões de CO<sub>2</sub>eq: **redução de 5073,69 tonCO<sub>2</sub>eq no primeiro ano e 4.427,09 tonCO<sub>2</sub>eq, nos restantes anos** (90,2% das emissões médias anuais - scope 1 e 2 - dos edifícios de referência, a serem compensadas), o equivalente à emissão de 434 habitantes europeus;
- Consumo de energia: redução de **11.608,39 MWh/ano**, o equivalente a 47,8% do consumo do DVB e o equivalente ao consumo de energia de 2034 habitantes europeus;
- Consumo de água: redução do consumo em **42.696,7 m<sup>3</sup>** (58,27% do volume estimado para o DVB) e o equivalente ao consumo de água de 639 habitantes europeus.

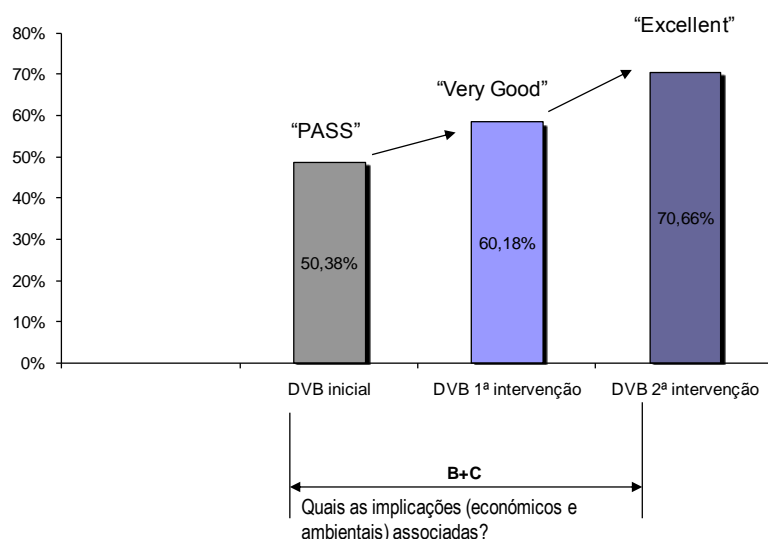


Figura 11.4 - Gráfico representativo das diferentes classificações do cenário 2 para 4.

Tabela 11.4 - Resumo das implicações económicas e ambientais dos critérios adicionados ao Cenário 4

MEDIDAS ADICIONAIS - Cenário 2 (PASS) para 4 (EXCELLENT) (Critérios do Grupo C e D)											
Breeam-Retail			Economical data					Environmental data			
Related category	Ref.	Criteria	Investimento inicial (€)	Retorno do investimento (anos)	VAL (15 anos) (€)	VAL(20anos) (€)	TIR 15 (TX Val 5%)	TonCO <sub>2</sub> eq evitados /ano	Redução de energia (MWh)	Redução do consumo de água (M³)	Pontuação Breeam obtida
Investimento adicional associados- Cenário 2 (PASS) para 4(Excellent)			5.526.090,57 €	5,0	8.988.218,37 €	13.057.988,42 €	22%	5.073,69	11.608,39	42.696,7	
								4.427,09			

No estudo realizado, concluiu-se que foi possível obter uma classificação mais ambiciosa (passar de "PASS" para "Excellent") com investimentos económicos pouco relevantes (para o tipo de empreendimento) e vantagens ambientais muito significativas. No caso concreto do Centro Comercial Dolce Vita Braga, um investimento adicional de 7,61% sobre a parcela do custo inicialmente previsto para a construção, permitiria obter uma classificação de "Excellent". Este valor

apresentou-se rapidamente recuperável e com um VAL a 15 anos gerado no montante aproximado de duas vezes superior ao valor investido. Quanto aos resultados ambientais, as reduções foram bastante plausíveis, tendo em conta que os consumos evitados poderiam suprir as necessidades de consumo de um número muito significativo de habitantes europeus.

Em suma, este capítulo apresenta o resultado global de aplicação das catorze medidas aplicadas nos dois diferentes cenários de intervenção. Importa ressaltar ainda neste capítulo, uma reflexão dos principais aspectos observados nesta aplicação prática dos critérios BREEAM a um caso de estudo real, considerando todas as limitações temporais e financeiras a que este esteve constantemente submetido. Destacam-se assim os principais aspectos observados e consequentes recomendações:

- Implementação da sustentabilidade: A fase de decisão para a implementação da sustentabilidade num determinado empreendimento, é um dos factores fundamentais para o sucesso do mesmo. Ou seja, quanto mais atempadamente sejam introduzidas as medidas de boas práticas, menores serão os investimentos, bem como igualmente menores as dificuldades técnicas e construtivas no local. Como exemplo disso, basta lembrar que a proposta inicial deste trabalho passava por analisar um caso de estudo em fase de construção, praticamente em conclusão (refere-se ao Dolce Vita Tejo). Ou seja, neste caso do DVT, grande parte dos sistemas e produtos já haviam sido adjudicados, dificultando assim, de forma muito significativa, o poder de negociação com os fornecedores, e além disso, ressaltando-se o reduzido prazo de finalização da obra, que necessariamente dificultaria as intervenções a posteriori do projecto.

Assim optou-se por analisar o DVB, um caso de estudo em transição da fase de projecto para a fase de construção, obtendo-se assim uma maior capacidade de intervenção. É coerente afirmar que a intervenção em fase de concepção/projecto seria a situação ideal. Ou seja, nesta fase poderiam ainda ser definidos *Termos de Referência* a considerar durante o concurso de especialidades de projecto e empreitada, concretizando-se assim um comprometimento com o cumprimento de medidas, sem que isto implicasse eventuais custos adicionais de adaptação.

Recorda-se, conforme descrito no capítulo 5, que aproximadamente 60% das medidas consideradas sustentáveis são aplicáveis em fase de projecto. De acordo com os catorze critérios BREEAM seleccionados, a sua não aplicação em fase de projecto (e início da obra) inviabilizaria, em alguns dos casos, a respectiva implementação (como é o caso dos critérios: Mat 6, Tra 3 e Wat 5), bem como duplicaria os encargos para a substituição



(conforme os critérios Ene8, Wat 1 a 4) ou mesmo a instalação (como é o caso dos critérios Wst 5, Ene5, Ene7).

- Através do trabalho de identificação de impactes e actuação estratégica, procurou-se analisar os critérios do BREEAM com requisitos bastante formatados, e assim definidos por acções específicas a cumprir. Esta situação difere, em grande parte, de outras ferramentas de sustentabilidade que se definem por objectivos de redução, mas não por acções específicas a cumprir. Este factor, por um lado, limitou a capacidade de actuação no DVB. Possivelmente, se não fosse este o objectivo desta tese, poderiam ser identificados particularidades do edifício e impactes que pudessem ser atenuados ou reduzidos com outras medidas específicas e mais estratégicas, e assim, podendo obter-se resultados ainda mais satisfatórios. De qualquer modo, ressalva-se que os critérios do BREEAM, relacionadas com a eficiência da água, foram bastante adequados ao caso de estudo. Isto deve-se aos reduzidos investimentos adicionais associados, quando comparados com os encargos mensais resultante das elevadas taxas de serviços municipalizados cobrados para o abastecimento e tratamento da água pública. Quantos às medidas relacionados com a gestão de energia, os resultados mais expressivos foram associados aos critérios Ene 5 e Ene7, e assim aplicados na segunda intervenção. Isso deveu-se ao facto destas medidas actuarem no sentido da redução do principal consumidor previsto no DVB, ou seja, a climatização (representando aproximadamente 60% do consumo energético previsto). Paralelamente, observa-se que apesar de um investimento bastante inferior, o critério Ene 8, relacionado com a eficiência dos elevadores, teve um resultado financeiro menos expressivo, devido ao facto de este estar associado a um consumo menos relevante (responsável por menos de 3% do consumo estimado). Neste caso, concluiu-se que para obter melhores resultados de eficiência ambiental e financeira, vale mais realizar um pré-diagnóstico, identificar os principais impactes, para a seguir definir as principais intervenções.
- Análise a médio prazo: qualquer investimento deve ser analisado durante um período aceitável, regra comum utilizada para avaliar a rentabilidade de diferentes bens de consumo. Infelizmente, o sector da construção, ainda se define na sua maioria como uma excepção. Ou seja, muitos serviços /produtos da construção são avaliados e adjudicados em função do investimento inicial proposto, não considerando uma análise a médio /longo prazo. Através do cálculo do VAL, calculado em 15 anos (período definido para o financiamento bancário do DVB), este trabalho procurou provar a rentabilidade e ganhos

financeiros de critérios sustentáveis. Ou seja, apesar de na maioria dos casos analisados, estes terem tido um custo adicional comparado com uma situação convencional, os benefícios advindos com a redução do consumo e manutenção, foram recuperados em média em 5 anos.

É importante num processo de decisão ponderar e comparar, sempre que possível, as diferentes soluções e definir indicadores de análise para além do custo inicial. Deve-se considerar de igual modo a durabilidade, a manutenção, e a redução de consumos e outros benefícios humanos, ambientais e económicos.



## **CAPÍTULO 12 - CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **12.1 Conclusão**

O presente trabalho teve a finalidade de incentivar a prática da sustentabilidade no mercado imobiliário através de dois objectivos fundamentais. O primeiro objectivo refere-se à criação de mecanismos para a comunicação de critérios chaves de sustentabilidade aplicáveis em diferentes perspectivas e nas diferentes fases do edifício. O segundo e principal objectivo, pretendeu, através da apresentação de resultados efectivos, demonstrar as implicações ambientais e económicas associadas aos critérios de sustentabilidade adaptados à realidade Portuguesa, neste caso, aplicáveis a um empreendimento comercial localizado em Braga no norte de Portugal.

A metodologia utilizada para o cumprimento do primeiro objectivo baseou-se no levantamento de medidas sustentáveis referidas em diversos manuais e ferramentas voluntárias de sustentabilidade

desenvolvidos em diferentes países e que entretanto fossem adaptáveis à realidade portuguesa. O trabalho de recolha e organização de critérios por diferentes perspectivas deu origem à ferramenta informática, Gestão do Projecto Sustentável (GPS), de utilização restrita da empresa co-financiadora desta investigação. Esta ferramenta tornou-se num importante elemento de comunicação junto de todos "stakeholders" da empresa, identificando através de cada uma das especialidades de projecto, as medidas sustentáveis a cumprir nas diferentes fases de desenvolvimento do empreendimento.

Quanto ao segundo e principal objectivo desta tese, o método de trabalho utilizado, baseou-se na aplicação do Método de Avaliação da sustentabilidade BREEAM em um dos empreendimentos comerciais da empresa Chamartin Imobiliária, o Dolce Vita Braga (DVB), actualmente em fase de construção. Neste contexto, a análise consistiu na definição de quatro cenários de actuação com diferentes níveis de sustentabilidade (evidenciados através da classificação definida pelo BREEAM), onde foram verificadas as implicações económicas e ambientais associadas, bem como comparadas entre si.

Além da definição dos diferentes cenários estabelecidos, destaca-se que os critérios BREEAM utilizados foram primeiramente identificados através de quatro diferentes grupos de análise. Esta segmentação teve como objectivo identificar os critérios facilmente adaptáveis e não adaptáveis à realidade portuguesa, assim como identificar aqueles que exigiriam um investimento adicional ao serem implementados no projecto.

Em relação à escolha da Ferramenta BREEAM, esta deveu-se à sua maior notoriedade no mercado internacional, assim como ter sido a ferramenta escolhida pelos membros do *International Council of Shopping Center* (ICSC) para avaliar e comparar níveis de sustentabilidade entre diferentes centros comerciais europeus.

Para a quantificação dos resultados, teve-se em consideração diversos indicadores ambientais e económicos. Para a definição dos indicadores ambientais, a informação relativa ao consumo de água e energia foram obtidos através do desempenho ambiental reportados mensalmente pela empresa referenciada neste estudo. Quanto às informações de custos de serviço e manutenção, bem como fontes de emissões de GEE, utilizaram-se referências nacionais, obtidas através de entidades oficiais, quer por consultas online ou através de Relatórios de Sustentabilidade. De forma a obter melhor percepção da redução dos impactes associados aos diferentes cenários estabelecidos, os resultados obtidos foram comparados com um valor médio de consumo por habitante europeu obtidos através fontes internacionais de referência.

Em suma, no que se refere aos resultados económicos obtidos, verificou-se que até um determinado nível de sustentabilidade, são relativamente reduzidos os esforços financeiros necessários para um centro comercial alcançar uma classificação *"Very good"*. Tal situação deveu-se ao facto dos critérios seleccionados terem um investimento inicial reduzido com benefícios bastante satisfatórios em termos económicos e ambientais, como é o caso dos critérios referentes à eficiência do consumo de água. O referido efeito positivo em termos de investimento inicial reduzido, igualmente resulta de medidas que foram previamente implementadas no projecto desde a fase de Concepção e Planeamento, não acarretando assim quaisquer custos adicionais. Como exemplo, refiram-se os critérios relacionados com a construção de infra-estruturas locais e de estrutura de edifícios, em que estas são planeadas com pequenas alterações críticas sem impacto económico, e que visam os objectivos de sustentabilidade.

Nos casos em que se verifica um aumento da classificação final de *"PASS"/ "Very Good"* para *"Excellent"*, observou-se um maior esforço financeiro caracterizado por um investimento inicial de aproximadamente mais de 7% sobre o investimento inicial da construção de todo o empreendimento previsto para o DVB (proposta inicial). Este incremento de custo deveu-se principalmente ao critério relacionado com a produção de energia no local e outras soluções que gerariam uma maior autonomia de recursos energéticos e hídricos do empreendimento. Apesar dos referidos encargos adicionais de maior impacte, os resultados económicos esperados demonstraram ser bastante positivos, tendo em conta o reduzido retorno do investimento (uma média de cinco anos) e um ganho económico calculado em quinze anos (Valor actual líquido - VAL) de aproximadamente duas vezes superior ao investimento adicional realizado, o que se considera como muito aliciante tendo em conta que se verifica um mesmo período de 15 anos para a amortização do financiamento bancário estabelecido entre a entidade bancária e a empresa proprietária do empreendimento.

Ressalva-se que os resultados económicos apresentados, foram considerados e contabilizados com base nos impactes económicos directos (mensurabilidade directa) resultantes da análise custo-benefício das diferentes medidas analisadas. Neste caso, é importante referir que resultam das referidas medidas determinados benefícios não reportados neste trabalho e de mensurabilidade mais complexa. A análise desses benefícios não é objectivo desta investigação, no entanto refira-se que os mesmos assentam em factores de diferenciação no mercado de oferta imobiliária, e igualmente potenciando o aumento de valor económico em outro tipo de operações. Entre os potenciais factores destacam-se o aumento do bem-estar e segurança dos visitantes e trabalhadores dos centros comerciais, um contributo para a disseminação de novas tecnologias e materiais de construção mais sustentáveis, a melhoria da imagem da empresa, e principalmente a

valorização do imóvel quer em transacções de arrendamento quer de venda. Refira-se que em determinados mercados, como seja nos Estados Unidos, e progressivamente na Inglaterra, têm vindo a ser desenvolvidos estudos que comprovam a valorização de imóveis certificados como sustentáveis em relação a edifícios não certificados (conforme referido no capítulo 2, secção 2.3). Tal como referido anteriormente, este tema não está incluído nesta investigação, pois ainda se considera uma necessidade relativamente longínqua na óptica evolutiva do mercado Português, embora expectável que se venha alterar no médio prazo. Assim foi considerado substancial neste estudo a identificação do valor económico directo na óptica análise de investimento clássica, ou seja, fundamental para determinados stakeholders, como sejam os Investidores de capital e as Instituições Financeiras.

Referente aos resultados ambientais, as repercussões associadas aos diferentes critérios analisados foram bastante positivos, sendo alguns mais expressivos do que outros, ou seja, no que se refere à redução do consumo de recursos e de emissões de GEE evitadas. No entanto, o que é importante acrescentar, é o impacte positivo que um empreendimento pode determinar ao implementar medidas sustentáveis durante o seu desenvolvimento. Por um lado medido em termos de escala da própria empresa, ou seja, compensando impactes negativos e emissões de GEE em outros empreendimentos em gestão, assim como dos próprios colaboradores, e por outro lado em termos de escala europeia, ou seja, minimizando a utilização de recursos e evitando emissões equivalentes em relação a um significativo número de habitantes europeus. De forma concreta, ao aumentar a classificação de "PASS" para "Excellent", verificou-se nesta investigação que as medidas implementadas no centro comercial em estudo poderiam compensar até 90,4% das emissões médias anuais <sup>49</sup> produzidas em 2007, e no conjunto de três centros comerciais em gestão da empresa estudada. Também, e numa perspectiva mais abrangente em termos de habitantes europeus, estas mesmas acções poderiam suprir as necessidades anuais de consumo de energia equivalentes a mais de dois mil habitantes, em termos de consumo de água equivalente a mais de seiscentos habitantes, e por fim em termos de emissões de CO<sub>2eq</sub> evitadas, o equivalente a aproximadamente quatrocentos habitantes, demonstrando-se assim uma significativa responsabilidade social e ambiental, para além das evidentes vantagens económicas deste tipo de investimentos.

---

<sup>49</sup> emissões médias anuais - conforme referido no capítulo 11, as emissões contabilizadas neste estudo estão relacionadas com o consumo de energia, de água e produção de resíduos.

## 12.2 Perspectiva Futura

Conforme teve-se a oportunidade de verificar no primeiro capítulo, o objectivo principal deste trabalho foi orientar e incentivar a disseminação de práticas sustentáveis, demonstrando as suas possíveis implicações ambientais e económicas aplicadas a um caso de estudo em fase de projecto. Como era de se esperar, este trabalho não esgota este tema, pelo contrário, inicia-se aqui um primeiro passo de muitos ainda necessários. O desafio futuro começa com a necessidade de um maior número de exemplos nacionais de empreendimentos reconhecidos como sustentáveis e que possam ser comparados com edifícios onde foram empregues soluções e técnicas convencionais. A análise comparativa em fase de projecto, efectuada nesta investigação, veio demonstrar os resultados associados à sustentabilidade no edificado aplicado em um caso específico, neste sentido, quanto maior o número de amostras realizados a partir daqui, mais credíveis tornar-se-ão os resultados quantitativos obtidos neste trabalho, que actualmente foram comparados somente a estudos internacionais.

Além da comparação efectiva entre um maior número de amostras (edifícios certificados e não certificados), ver-se como um desafio a partir daqui, para além da análise das possíveis implicações ambientais e económicas (incluindo valorização do imóvel no mercado Português), a análise aprofundada do pós-ocupação. A análise pós-ocupação tem um papel fundamental para a disseminação da sustentabilidade, pois somente durante a fase de utilização que será possível verificar a fiabilidade dos dados estimados durante o período analisado neste estudo (15 a 20 anos) e de futuros trabalhos. A análise pós-ocupação deverá ter em consideração dois aspectos fundamentais, o primeiro refere-se a confirmação efectiva dos resultados ambientais e económicos estimados em fase de projecto e o segundo refere-se ao aspecto comportamental dos futuros ocupantes. Para tal, prevê-se que deverão monitorar periodicamente o desempenho ambiental e económico, incluindo consumos e manutenção bem como, deverão ser efectuados inquéritos aos utilizadores no intuito de verificar positivas alterações comportamentais e satisfação quanto ao imóvel adquirido. Um bom mecanismo para tornar este desafio viável, seria através das próprias entidades certificadoras de ferramentas de sustentabilidade (BREEAM, LEED, LIDERA, SBTTool<sup>PT</sup>, entre outras), ao definirem condicionantes para obtenção da certificação em fase de projecto, tais como o compromisso do promotor /contratante em efectuarem auditorias periódicas em fase de utilização. Através destas auditorias, onde seriam comprovados os efectivo benefícios comparados aos valores previstos em projecto, depender-se-ia a manutenção ou não da certificação. Ou seja, o



empreendimento certificado, que durante a fase de utilização não venha se diferenciar de um edifício com soluções convencionais, não deveria manter o "estatuto" como sustentável.

Neste contexto, a entidade certificadora, além de detentora de uma completa base de dados que daqui poderia surgir, esta condicionante garantiriam os reais contributos do seu método de avaliação.

Assim, em resumo e de forma a finalizar este trabalho, propõe-se os seguintes desafios futuros:

- A existência de mais estudos que tenham como objectivo comprovar a viabilidade económica e ambiental de critérios de sustentabilidade em Portugal;
- Promover a monitorização de edifícios certificados em fase de utilização a fim de comprovar os benefícios previstos em projecto;
- Realizar inquéritos para verificar a real satisfação de utilizadores de edifícios reconhecidos como sustentáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### Capítulo 2.1

Domingues C.M. et al. (2008). **Improved estimates of upper-ocean warming and multi-decadal sea-level rise**. Austrália: Nature: 453:p 1090-1094.

Herr,D; Galland,G.R. (2009). The ocean and climate change- tools and Guidelines for Action. IUCN, Switzerland. ISBN: 978-2-8317-1201-7.

IPCC (2007). **Climate Change 2007: The physical Science Basis**. IPCC: WG I report . ISBN: 978 0521 88009-1.

IPCC (2007). **Climate Change 2007: Impact, adaptation and vulnerability**. IPCC: WG II report. ISBN: 978 0521 88010.

NOAA (2005). **NOAA Satellite and Information Service**. US. Disponível online em:[<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi>]

Stern, N (2006). **Stern Review:The economics of climate change**. UK. Disponível online em: [[http://www.hm-treasury.gov.uk/stern\\_review\\_report.htm](http://www.hm-treasury.gov.uk/stern_review_report.htm) ]. ISBN: 0-521-70080-9

UNEP (2007). **Melting Glaciers**. United Nations Environmental Programme. Disponível online em: [<http://na.unep.net/media.php> ]

UNEP; GRID-Arendal (2009). **Greenhouse Effect**. United Nations Environmental Programme and GRID-Arendal. Disponível online em: [ <http://maps.grida.no/go/graphic/greenhouse-effect> ]

UNEP; GRID-Arendal (2008). **Climate in Peril- A popular guide to the latest IPCC report**. United Nations Environmental Programme and GRID-Arendal. ISBN: 978-82-7701-053-3.

United Nations(2003). **World Population Prospects: The 2002 Revision**. New York. Disponível online em: [<http://www.un.org/esa/population/publications/wpp2002/WPP2002HIGHLIGHTSrev1.PDF>]

### Capítulo 2.2

Apambiente (2009). Resíduo de construção e Demolição. Disponível online em: [<http://www.apambiente.pt/politicasambiente/Residuos/fluxresiduos/RCD/Paginas/default.aspx> ]

Apren (2008). **Potência renovável instalada distribuída por recurso 2008**. Portugal: Associação de energias renováveis. Disponível online em: [<http://www.apren.pt/gca/index.php?id=138>] em 22/04/2010.

Business and Biodiversity (2009). **The Business & Biodiversity Resource Centre**. Portugal: Direcção Geral de Energia e Geologia. Disponível online em: [<http://www.businessandbiodiversity.org/construction.html>] em 16/ 08/ 2009.

DGEG (2010). **Caracterização energética nacional**. Disponível online em: [<http://www.dgge.pt/>] em 22/04/2010.

DGRC (2009). **Sustainability Concepts: Ecological Rucksack**. Disponível online em: [<http://www.gdrc.org/sustdev/concepts/27-rucksacks.html>]

INE (2009). **Portugal em números 2007**. Portugal, Instituto Nacional de Estatística. 26p. Disponível online em: [[http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes)].

INE (2009). **Estatística da Produção Industrial 2007**. Portugal, Instituto Nacional de Estatística. 13p. Disponível online em: [[http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine\\_publicacoes](http://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes)]. ISBN: 978-972-673-973-9.

ITEC (2006). **Guia General de Buenas Prácticas ambientales para el jefe de obra**. Barcelona, Institut de Tecnologia de la construcció de Catalunya. 7p

John *et al* (2007). **Levantamento do estado da arte: Selecção dos Materiais**. Brasil: São Paulo, Projecto Finep 2386/04.

John V.M. (2003). **On the sustainability of concrete**. UNEP Industry and Environmental, Paris. Disponível em: [<http://www.uneptie.org/media/review/archives.htm>]

LNEC (2001). **Programa Nacional para o uso eficiente da água – versão preliminar**. Lisboa. Estudo elaborado pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) com o apoio do Instituto Superior de Agronomia (ISA).

PERSUII (2007). **Plano estratégico para os resíduos sólidos Urbanos 2007-2016**. Ministério do Ambiente, do Ordenamento do território e do desenvolvimento regional. ISBN: 978-989-8097-01-9. 71p.

Pinheiro M. (2006). **Ambiente e construção sustentável**. Instituto do Ambiente, Amadora. ISBN: 972-8577-32-x.

Ramalhão A. (2007). **Auditorias Energéticas**. Relatórios Internos da Empresa Chamartin Imobiliária.

RSECE (2006). **Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (DL79/2006)**. Portugal.

Seppo (2009). Ecological Rucksack. Disponível online em: [[www.seppo.net](http://www.seppo.net)]

Tirone.L (2004). **Matriz da água de Lisboa**. Lisboa e-nova, Agência Municipal de Energia-Ambiente de Lisboa. Disponível online em : [[www.lisboaenova.org](http://www.lisboaenova.org)]

Wackernagel M. *et al* (2008). **The ecological Footprint Atlas 2008**. USA: Global Footprint Network, 14 p

WWF (2003). Living Planet Report 2006. Switzerland:WWF. Disponível online em: [http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/LPR\\_2006\\_English.pdf](http://www.footprintnetwork.org/images/uploads/LPR_2006_English.pdf) em 12/03/2009.

### **Capítulo 2.3**

CIB (1999). **Agenda 21 on sustainable construction**. Rotterdam: Conseil International du Bâtiment (CIB). ISBN: 90- 6363-015-8. Disponível online em: [www.cibwould.nl](http://www.cibwould.nl) ], 42 p.

COM (Commission of the European Communities)(2008). **Summary of the Impact Assessment**. Communication Staff Working Document, Accompanying Document to the Proposal for a Recast of the Energy Performance of Buildings Directive (2002/91/EC).Brussels.

IISD (2009). **The sustainable development timeline – 5<sup>th</sup> edition (2007)**. International Institute for Sustainable Development. Disponível online em: [ [www.iisde.org](http://www.iisde.org) ] em 19/ 10/2009.

Kats. G (2003). **Green Building Cost and Financial Benefits**. USA.

Kibert C. (1994). Sustainable Construction - Green building design and delivery. New Jersey. ISBN: 978-0-470-11421-6

Langdon D. (2004). **Costing green: A comprehensive cost Database and Budgeting Methodology**. USA.

Megan, D. *et. al* (2005). **Guideline for life-cycle cost analysis**. Stanford: Stanford University.

Montezuma J., (2009). **O valor económico da construção sustentável**. Portugal: Congresso LiderA: Novas oportunidades para a construção sustentável. 26 e 27 de Maio de 2009.

Sellier D. (2004). **Sustainable Building: the economic benefit**. France: Agence Régionale de l'Environnement et des Nouvelles Énergies (ARENE).

Serageldin e Steer (1994). **Making Development Sustainable: From Concept to Action**. USA: The World Bank. ISBN: 0- 8213-3042-x. 2p.

WCED (1987). **Our common Future**. World Commission on Environmental and Development. Oxford: Oxford University Press.

### **Capítulo 3.1**

Bre (2008). **BRE Environmental & Sustainability Standard - Breeam Retail 2008 Assessor Manual**. UK: Bre Global. Disponível online em: <http://www.breeam.org/> em 10/08/2008.

BREGlobal (2009). **BREEAM: International**. UK: BreGlobal. Disponível online em: <http://www.breeam.org/> em 15/03/2010.

CRWP (2007). **Briefing on resource efficiency implications of CEN/TC 350. Sustainability of construction works**. UK: Construction Resource and Waste Platform (CRWP). Disponível online em: [<http://www.crwplatform.co.uk/conwaste/assets/Publications/CEN-TC-350-for-uploading.pdf>]

Gomes V (2007). **Metodologias de Avaliação de desempenho Ambiental de edifícios- estado actual e discussão metodológica**. São Paulo (BR): Projecto Finep 2386/04.

IBEC (2004). **CASBEE for new construction**. Japan: Institute for Building Environmental and Energy Conservation. Informação disponível online em: [<http://www.ibec.or.jp/CASBEE/english/index.htm>]

IISBE (2008). **Sustainable Building Tool (SBTool)**. International Initiative for a sustainable Built Environmental. Informação disponível online em: [<http://www.iisbe.org>] em 20/08/2008.

Pinheiro M. (2005). **LiderA- Liderar pelo ambiente na procura da sustentabilidade- Apresentação sumária da Versão 1.01**. Lisboa: Instituto Superior técnico.

Saunders T. (2008). **A discussion document comparing international environmental assessment methods for buildings**. UK: BRE Global.

USGBC (2005). **LEED-NC Green Building Rating System for new Construction and major renovations**. United States Green Building Challenge. Informação disponível online em: [<http://www.usgbc.org>] em 15/08/2008

USGBC (2010). **LEED-NC Green Building Rating System for new Construction and major renovations**. United States Green Building Challenge. Informação disponível online em: [<http://www.usgbc.org>] em 04/04/2010.

### **Capítulo 3.2**

Energyplus (2008). **Getting Starting with EnergyPlus**. USA: US Department of Energy. Informação disponível online em: [ <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/> ].

Henriques A.C.(2008). **Metodologia para cálculo das emissões de gases de efeito de estufa associadas a edifícios**. Lisboa: Tese de Mestrado - Instituto Superior Técnico (IST).

ISO (2006). **ISO 14 040:1997 - Environmental Management - Life cycle assessment - Principles and Framework**. International Organization for Standardization (ISO).

LNEG (2009) INETI (2007). **Software e Multimédia**. Lisboa: Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação (INETI) encontra-se em processo de extinção apresentando-se como parte integrante do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG). Informação disponível online em: [ [http://www.ineti.pt/produtos\\_e\\_servicos/prod\\_e\\_serv\\_frameset.aspx](http://www.ineti.pt/produtos_e_servicos/prod_e_serv_frameset.aspx) ]

NaturalWorks (2007). **Introdução a simulação do comportamento térmica dos edifícios**. Lisboa. Informação disponível online em: [<http://www.natural-works.com/energyplus/training.php>].

Mateus R.; Bragança L. (2006). **Tecnologias Construtivas para a Sustentabilidade da Construção**. Edição Ecopy: Porto. ISBN: 978-989-95194-1-1.

Mateus R. (2009). Avaliação da Sustentabilidade da Construção: Proposta para a Desenvolvimento de Edifícios mais Sustentáveis. Portugal: Tese de Doutoramento - Universidade do Minho.

#### **Capítulo 4**

Bre (2008). **BRE Environmental & Sustainability Standard - Breeam Retail 2008 Assessor Manual**. UK: Bre Global. Disponível online em: [ <http://www.breeam.org/>] em 10/08/2008.

ICSC (2008). **Breeam continues to grow with ICSC**. International Council of Shopping Center. Disponível online em: <http://www.icsc.org/government/breeam.php>

#### **Capítulo 5**

Chamartin Imobiliária (2008). **GPS - Gestão do Projecto Sustentável**. Documentos reservados somente a utilização interna da empresa.

#### **Capítulo 6**

Chamartin Imobiliária (2007). Manual de Sustentabilidade 2007. Disponível no site: <http://www.chamartinimobiliaria.com/sustentabilidade>

Chamartin Imobiliária (2008). Manual de Sustentabilidade 2008. Disponível no site: <http://www.chamartinimobiliaria.com/sustentabilidade>

Jesus L., Almeida M. e Almeida A.C.(2007). **Passive solar energy management strategies in shopping centres**. Heliotos Conferences: 2<sup>nd</sup> PALENC Conference and 28<sup>th</sup> AIVC Conference “Building Low Energy Cooling an Advanced Ventilation Technologies in the 21st Century”- Volume I, Greece. 450- 454 p.

Ramalhão A. (2007). **Auditorias Energéticas**. Relatórios Internos da Empresa Chamartin Imobiliária.

#### **Capítulo 7**

Bre (2008). **BRE Environmental & Sustainability Standard - Breeam Retail 2008 Assessor Manual**. UK: Bre Global. Disponível online em: [ <http://www.breeam.org/>] em 10/08/2008.

#### **Capítulo 8**

Anderson J. *et al* (2009). **The Green Guide to Specification**. UK: IHS BRE press. ISBN:978-1-84806-071-5.

BCSD (2005). **Mobilidade Urbana Sustentável**. Portugal. Disponível online em: [ [http://www.carbono-zero.com/23/relatorio\\_de\\_projecto\\_equipa\\_albatroz.pdf](http://www.carbono-zero.com/23/relatorio_de_projecto_equipa_albatroz.pdf)] em 07/05/2008

BRE (2008). **BRE Environmental & Sustainability Standard - Breeam Retail 2008 Assessor Manual**. UK: Bre Global. Disponível online em: [ <http://www.breeam.org/>] em 10/08/2008.

BRE (2006). **Design & Procurement Pre-Assessment Estimator BREEAM Retail 2006**. UK: BRE.

Caetano J.M. (2008). **O Papel da bicicleta na mobilidade urbana**. FPCUB - Federação Portuguesa de Ciclismo e Utilizadores de Bicicleta. Portugal: Lisboa. Disponível online em: [http://www.fpcub.pt/portal/documentos/O%20PAPEL%20DA%20BICICLETA%20\(2\).pdf](http://www.fpcub.pt/portal/documentos/O%20PAPEL%20DA%20BICICLETA%20(2).pdf)

Chamartin Imobiliária (2008). **Estudo sobre mobilidade nos Dolce Vitas**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa.

Lavrador M. (2009). **Relatórios internos**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa Chamartin Imobiliária.

LEED (2005). **LEED for new construction & Major Renovation**. USA: USGBC. Disponível online em: <http://www.usgbc.org>

## **Capítulo 9**

Amorim cortiça (2004). **Natureza e Tecnologia, a solução ideal**. Apresentação comercial sobre produtos da empresa. Disponível online no site: [www.bcsdportugal.org/files/1262.pdf](http://www.bcsdportugal.org/files/1262.pdf) em 07/08/2008.

Berge (2000). **The ecology of Building materials**. Oxford, ISBN 0750633948 apud Mateus R.; Bragança L.(2006). **Tecnologias Construtivas para a Sustentabilidade da Construção**. Edição Ecopy: Porto. ISBN: 978-989-95194-1-1.

BRE (2008). **BRE Environmental & Sustainability Standard - Breeam Retail 2008 Assessor Manual**. UK: Bre Global. Disponível online em: [ <http://www.breeam.org/>] em 10/08/2008.

Chamartin Imobiliária (2009). **Relatórios internos**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa.

Conciliarium (2009). **Relatórios internos**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa Chamartin Imobiliária.

ENRRUBDA (2003). **Estratégia Nacional para a Redução de Resíduos Urbanos Biodegradáveis Destinados aos Aterros**, aprovado em 2003, na sequência da Directiva 1999/31/CE do Conselho, 26 de Abril apud PERSUII (2007). **Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos**. Portugal. ISBN 978-989-8097-01-9.

Fluidinova (2008). **Relatórios internos**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa Chamartin Imobiliária.

Gomes, J. *et al* (2008). **Estimating local greenhouse gas emissions - A case study on a Portuguese Municipality**. International Journal of Greenhouse Gas Control, vol 2, pp.130-135. Disponível online em: [ [www.elsevier.com/locate/ijggc](http://www.elsevier.com/locate/ijggc) ]. ISSN: 1750-5836

PERSU II (2007). **Plano Estratégico para os Resíduos Sólidos Urbanos**. Portugal. ISBN 978-989-8097-01-9.

Polirígido (2008). Prospecto comercial do sistema SOLATUBE 21. Disponível online em: [ <http://www.polirigido.com/> ].

Schindler (2008). **Proposta de serviços**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa Chamartin Imobiliária.

Sopsec (2008). **Relatórios internos**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa Chamartin Imobiliária.

## **Capítulo 10**

Abdel K. (2003). **"Banco de gelo" economiza energia ao armazenar frio**. Campinas: Jornal da Unicamp. Publicado em 29 de Setembro a 5 de Outubro. Entrevistado por Manuel Alves Filho.

Aream (2009). **Climatização**. Portugal: Agência Nacional de Energia e Ambiente da Região Autónoma da Madeira (Aream). Disponível online em: <http://www.arem.pt> em 28/04/2009.

Brandão S. (2004). **Cogeração**. Universidade de Coimbra. Apresentação de Trabalho Académico. 5p.

BRE (2008). **BRE Environmental & Sustainability Standard - Breeam Retail 2008 Assessor Manual**. UK: Bre Global. Disponível online em: [ <http://www.breeam.org/> ] em 10/08/2008.

Chamartin Imobiliária (2007). **Desempenho ambiental de 2007**. Documentos reservados somente a utilização interna da empresa.

Chamartin Imobiliária (2008). **Estimativas de consumo para o Dolce Vita Braga**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa Chamartin Imobiliária.

Chamartin Imobiliária (2008). **Relatórios Internos - Estudo da Cogeração para o DVB**. Documentos reservados somente para a utilização interna.

Chamartin Imobiliária (2009). **Prospecto comercial do DVB - Imagem 3D**. Disponível online em: <http://www.dolcevida.pt> em 23/02/2010

Chamartin Imobiliária (2010). **Arquivo fotográfico - Dolce Vita Braga (DVB)**. Disponível online em: <http://www.dolcevida.pt> em 23/02/2010.

DECA (2001) site institucional da fábrica. Disponível em [ <http://www.deca.com.br> ]. Acesso em: 10/02/2001 apud Oliveira L. (2002). **As bacias sanitárias e a perdas de água nos edifícios**. Porto Alegre: Ambiente Construído, v. 2, n. 4, 39-45p. ISSN 1415-8876.



Ductos (2007). **Relatórios internos**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa Chamartin Imobiliária.

EDP (2008). **Tarifário de venda de energia eléctrica a clientes finais**. Publicado pelo Despacho nº 29287/2007, de 21 de Dezembro, da Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos (ERSE). Disponível no site: <http://www.edp.pt> em 22/03/2008.

EEA (2009). **Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2009**. EEA Report nº9 / 2009. 29 p. ISSN: 1725-9177.

EPAL (2007). **Relatório de Sustentabilidade 2007**. Portugal: Empresa Pública de Águas Limpas. 95 p.

EUREAU (2008). **Statistics Overview on Water and Wastewater in Europe 2008** apud Aquapor (2009). **Análise do consumo de água em Portugal**. Apresentação disponível online em: <http://www.aquaporservicos.pt/index.php?page=news&idN=49>.

Fluidinova (2008). **Relatórios internos**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa Chamartin Imobiliária.

Geberit (2005). **Life cycle assessment - Geberit Duofix WC element**. Estudo disponível online em: [http://www.geberit.com/geberit/inet/com/wcmscome.nsf/files/usr-nac-LCA\\_Leaflet\\_Duofix.pdf/\\$file/LCA\\_Leaflet\\_Duofix.pdf](http://www.geberit.com/geberit/inet/com/wcmscome.nsf/files/usr-nac-LCA_Leaflet_Duofix.pdf/$file/LCA_Leaflet_Duofix.pdf) em 23/05/2008.

Geberit (2008). Prospecto comercial da empresa. Disponível online em: <http://www.geberit.pt/geberit/inet/pt/wcmspt.nsf/pages/prod-inst-1> em 23/05/2008.

Hagemann I. et.al(2008). **Building Integrated Photovoltaic (BIPV) - A new design opportunity for architects**. Bruxelas: PV Tecology Platform, WG2 meeting. Disponível online em: <http://www.gipv.de> em 20/07/2009

Henriques A.C.(2008). **Metodologia para cálculo das emissões de gases de efeito de estufa associadas a edifícios**. Lisboa: Tese de Mestrado - Instituto Superior Técnico (IST).

Jenbacher GE (2009). **Technical especification JML 616 - GS-NL**. Disponível online: <http://information.jenbacher.com>

Jesus. L et al.(2006). **A integração de fotovoltaicos nos edifícios em Portugal - Dificuldades de oportunidades**. Revista Engenharia e Vida nº20 Janeiro de 2006. 38-45p.

LMSA (2007). **Relatórios internos**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa Chamartin Imobiliária.

LMSA (2008). **Relatórios internos - fluxo de tráfego em centros comerciais**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa Chamartin Imobiliária.

Oliveira L. (2002). **As bacias sanitárias e a perdas de água nos edifícios**. Porto Alegre: Ambiente Construído, v. 2, n. 4, 39-45p. ISSN 1415-8876.

OTIS (2008). **Prospecto comercial do sistema Gen2Drive**. Disponível online em: <http://www.otis.com> em 02/04/2009.

OTIS (2008). **Proposta para implementação do sistema GEN2Drive no Dolce Vita Braga**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa Chamartin Imobiliária.

PQF (2008). **Relatórios internos**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa Chamartin Imobiliária.

Robert Pearson (2008). Prospecto comercial do sistema de corte (Shut-off). Disponível online em: <http://www.robertpearson.co.uk/shut-off-valves.html> em 20/08/2009.

SAPA (2009) Disponível online: <http://www.sapagroup.com/pt/Company-sites/Sapa-Building-System-Portugal/Produtos/Solar/Solar-Fotovoltaico/> em 28/07/2009.

Schott Solar (2008). **ASI Glass - Integrated Architecture Powered by the sun**. Alemanha: Schott solar. Disponível online em: [http://www.harmonicenergy.com.au/pdf/schott\\_asi\\_glass.pdf](http://www.harmonicenergy.com.au/pdf/schott_asi_glass.pdf) em 25/07/2008.

Sopsec (2008). **Relatórios internos**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa Chamartin Imobiliária.

URIMAT (2009). Prospecto comercial do produto URIMAT (urinóis sem água). Disponível online em: [www.urimat.com](http://www.urimat.com) em 14/08/2009.

VHM (2008). **Relatórios internos**. Documentos reservados somente para a utilização interna da empresa Chamartin Imobiliária.

WRI (2006). **Indirect CO<sub>2</sub> Emission from purchased Electricity (version 2.1)**. USA: World Resources Institute (WRI). Disponível online em: [www.ghgprotocol.org](http://www.ghgprotocol.org) em 05/04/2007.

3Ptechnik (2009). Prospecto comercial do sistema de aproveitamento de água da chuva 3Ptechnik. Disponível online em: <http://www.ecoagua.pt> em 25/08/2009.



## **Anexo I**

### **BREEAM aplicado aos diferentes cenários de estudo**

CRITÉRIOS Breeam para Centros Comerciais (versão Britânica)		Pontuação Máxima	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
12%	Management section credits		4,80%	7,20%	7,20%	7,20%
Man1	Commissioning	2	2	2	2	2
Man2	Considerate constructors	2	1	1	1	1
Man3	Construction Site impacts	4	0	2	2	2
Man4	Building user guide	1	1	1	1	1
Man8	Security	1	0	0	0	0
15%	Health & wellbeing section credits		6,67%	13,33%	14,33%	13,33%
Hea1	Daylighting	1	0	0	0	0
Hea2	View out					
Hea3	Glare control					
Hea4	High frequency lighting	1	1	1	1	1
Hea5	Internal and external lighting level	1	1	1	1	1
Hea6	Lighting zones & control					
Hea7	Potential for natural ventilation					
Hea8	Indoor Air Quality	1	1	1	1	1
Hea9	Volatile Organic Compounds	1	0	1	1	1
Hea10	Thermal confort	1	n.d	1	1	1
Hea11	Thermal zoning					
Hea12	Microbial contamination	1	1	1	1	1
Hea13	Acoustic performance					
HEa14	Office space	2+1	n.d	2	2	2
19%	Energy section credits		2,71%	5,43%	6,11%	14,25%
Ene1	Reduction of CO2 Emissions	15	n.d	2	2	10
Ene2	Sub-metering of substantial Energy uses	1	0	1	1	1
Ene3	Sub-metering of high energy load and tenancy area	1	1	1	1	1
Ene4	External lighting	1	n.d	1	1	1
Ene5	Low or zero carbon technologies	3	0	0	0	3
Ene6	Building fabric performance & avoidance of air infiltration	1	1	1	1	1
Ene7	Cold food storage	3	n.d	0	0	1
Ene8	Lifts	2	1	1	2	2
Ene9	Escalators & travelling walkways	1	1	1	1	1
8%	Transport section credits		3,69%	3,69%	6,15%	6,15%
Tra1	Provision of public transport	5	2	2	2	2
Tra2	Proximity to amenities	1	1	1	1	1
Tra3	Cyclist Facilities	2	0	0	2	2
Tra4	Pedestrian and cycle safety	2	1	1	2	2
Tra5	Travel plan	1	1	1	1	1
Tra7	Travel information space	1	0	0	1	1
Tra8	Deliveries and manoeuvring	1	1	1	1	1
6%	Water section credits		1,33%	1,33%	4,00%	5,33%
Wat1	water consumption	3	0	0	2	2
Wat2	Water meters	1	1	1	1	1
Wat3	Major leak detection	1	0	0	1	1
Wat4	Sanitary supply shut off	1	0	0	1	1
Wat5	water recycling	2	0	0	0	2
Wat6	Irrigation system	1	1	1	1	1
Wat7	vehicle wash					
12,5%	Materials section credits		0,96%	2,88%	4,81%	4,81%
Mat1	Materials Specification - Major building elements	4	n.d	1	1	1
Mat2	Hard landscaping and boundary protection	1	n.d	1	1	1
Mat3	Re-use of building façade	1	0	0	0	0
Mat4	Re-use of building struture	1	0	0	0	0
Mat5	Responsible sourcing of materials	3	0	0	0	0
Mat6	Insulation	2	0	0	2	2
Mat7	Designing for robustness	1	1	1	1	1
7,50%	Waste section credits		2,14%	5,36%	6,43%	6,43%
Wst1	Construction site waste management	3	0	3	3	3
Wst2	Recycle aggregates	1	0	0	0	0
Wst3	Recyclable waste Storage	1	1	1	1	1
Wst4	Compactor/ baler	1	1	1	1	1
Wst5	Composting	1	0	0	1	1
Legenda			CLASSIFICAÇÃO			
	Peso das diferentes categorias		≥ 30	PASS		
	Critérios Obrigatórios		≥ 45	GOOD		
	Critérios não contemplados no caso de estudo devido a		≥ 55	VERY GOOD		
	inexistência de escritórios >500m <sup>2</sup> e espaços para		≥ 70	EXCELLENT		
	lavagem de carros		≥ 85	OUTSTANDING		
n.d	Informação não disponibilizada					

CRITÉRIOS Breeam para Centros Comerciais (versão Britânica)		Pontuação Máxima	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
10%	Land User & ecology section credits		>5%	5%	5%	5%
LE1	Reuse of land	1	1	0	0	0
LE2	Contaminated land	1	0	0	0	0
LE3	Ecological value of site and Protection of ecological features	1	1	0	0	0
LE4	Mitigating ecological impacts	3	n.d	2	2	2
LE5	Enhancing site ecology	2	n.d.	2	2	2
LE6	Long term impact on biodiversity	2	n.d	1	1	1
10%	Pollution section credits		6,15%	6,15%	6,15%	6,15%
Pol1	Refrigerant GWP- Building services	1	0	0	0	0
Pol2	Preventing refrigerant leaks	2	1	1	1	1
Pol3	Refrigerant GWP- cold storage	1	0	0	0	0
Pol4	NOx emissions from heating source	3	3	3	3	3
Pol5	Flood risk	3	2	2	2	2
Pol6	Minimising watercouse pollution	1	1	1	1	1
Pol7	Reduction of night time light pollution	1	0	0	0	0
Pol8	Noise attenuation	1	1	1	1	1
10%	Innovation section credits		0,00%	0,00%	1,00%	2,00%
Man2	Considerate constructors	1	0	0	0	0
Hea1	Daylighting	1	0	0	0	0
Hea14	Office space ( BREEAM retail & Industry schemes only)	1	0	0	1	1
Ene1	Reduction of CO2 Emissions	2	0	0	0	0
Ene5	Low or zero carbon technologies	1	0	0	0	1
Wat2	Water meters	1	0	0	0	0
Mat1	Materials Specification	1	0	0	0	0
Mat5	Responsible sourcing of materials	1	0	0	0	0
Wst1	Construction site waste management	1	0	0	0	0
			34,46%	50,38%	60,18%	70,66%
			PASS	PASS	VERY GOOD	EXCELLENT
Legenda			CLASSIFICAÇÃO			
	Peso das diferentes categorias		≥ 30 PASS			
	Critérios Obrigatórios		≥ 45 GOOD			
	Critérios não contemplados no caso de estudo devido a		≥ 55 VERY GOOD			
	inexistência de escritórios >500m <sup>2</sup> e espaços para		≥ 70 EXCELLENT			
	lavagem de carros		≥ 85 OUTSTANDING			
n.d	Informação não disponibilizada					



## **Anexo II**

**Guião para a construção sustentável (resumo - excel).**

(Os textos identificados por "Leitura Complementar" encontram-se disponíveis para consulta somente para a empresa co-financiadora deste trabalho)



### 1- Breve resumo do "GUIÃO PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL"- 1ª parte para a preparação do GPS (Gestão do Projecto Sustentável)

O "GUIÃO PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL" é constituído por medidas para a sustentabilidade identificadas em cinco diferentes categorias, e o seu objectivo é facilitar a disseminação de medidas de sustentabilidades aplicada nas diferentes fases do projecto


Identificação das categorias e dos seus respectivos indicadores, encontrados no Guião:

CATEGORIA	INDICADORES DAS CATEGORIAS	
Localização e Planeamento (categoria 1- C1)	(C1) 1 Critério de Selecção	Possíveis Acções
	(C1) 2 Integração do Projecto	
	(C1) 3 Contribuição para o desenvolvimento local	
Gestão de Energia (categoria 2 – C2)	(C2) 1- Controlo de recursos	Possíveis Acções
	(C2) 2- Controlo do Consumo	
	(C2) 3- Aproveitamento das condições locais	
Gestão da Água (categoria 3- C3)	(C3) 1- Controlo de recursos	Possíveis Acções
	(C3) 2- Controlo do Consumo	
	(C3) 3- Aproveitamento das condições locais	
	(C3) 4- Prevenção e Recuperação do impacto ambiental ocasionado	
Gestão dos Materiais, Recursos e Resíduos. (categoria 4- C4)	(C4) 1- Controlo de recursos	Possíveis Acções
	(C4) 2- Controlo do Consumo/ impactes	
	(C4) 3- Aproveitamento das condições locais	
	(C4) 4- Uso de materiais reciclados e renováveis	
Qualidade do Ambiente Interior (Categoria 5 – C5)	(C5) 1- Qualidade do Ar Interior	Possíveis Acções
	(C5) 2- Conforto Acústico	
	(C5) 3- Iluminação/ Qualidade Visual	
	(C5) 4- Conforto Térmico	


### 2- Metodologia do trabalho a ser realizado

O presente trabalho, "Guião para a construção sustentável " em formato Excel, tem por objectivo avaliar de forma individual, cada projecto nas suas diferentes fases (identificadas em diferentes folhas de cálculo). Desta forma, no intuito de facilitar o seu preenchimento e de obter mais informações dos projectistas, o trabalho adaptado para o formato de Excel, tornar-se-á mais evidente, tanto para os intervenientes do projecto como para o desenvolvimento da investigação, realizada pela empresa Chamartin Imobiliária. Através deste check-list, será possível a identificação da situação actual do edifício analisado, o que poderia ser implementado, o que não se aplica, e análises anteriormente levantadas e identificadas.

Desta forma este trabalho será identificado no seguinte formato:


		<b>GUIÃO PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL</b>		Nomenclatura utilizada: S - sim N - não NA- não aplicável à tipologia do projecto TI- Tecnicamente inviável EI- Economicamente inviável PV- Ponderar viabilidade obs- observação à complementar				
Projecto analisado:								
Responsável pela análise:								
A - PLANEAMENTO E ANTEPROJECTO								
<b>Categoria 1-Localização e Planeamento</b>								
(C1) 1- Critério de selecção		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
1.1 Conhecer as áreas próprias para habitação de acordo com o PDM – Plano Director Municipal de cada região, e encorajar a selecção de terrenos com baixo valor agrícola e ecológico (ou ecologicamente estáveis). (exemplo de site para consulta: <a href="http://geocio-sniq.igeo.pt/portugues/mapas.html">http://geocio-sniq.igeo.pt/portugues/mapas.html</a> ).								
N.º de medida identificado conforme documento "GUIÃO PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL", formato Word.		Medida identificada por fase de projecto e por categoria.		Identificação, respectivamente: - Fase de projecto (em cinza) - Categoria (em verde) - indicador da categoria (amarelo)		Área a ser preenchido com letra "x", caso se adapte.		

Identificação da área a ser preenchida:	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
seja implementada no projecto, poderá ser inserido um "sim", no entanto, pedimos que a	X						
N- Não. Isto é, o projecto não abrange esta medida.		X					
NA- Não se adapta. Isto é, esta medida não se enquadra com a tipologia do edifício analisado. No Guideline geral, existem medidas específicas, por exemplo para Retail que não se aplica ao residencial, ou vice versa.			X				
TI- Tecnicamente Inviável. Isto é, caso o responsável da análise assinale "não" a uma determinada medida, e saiba através de estudos anteriores, que não aplicou determinada medida por esta ser tecnicamente inviável, marque as duas colunas automaticamente. Esta informação será muito útil.				X			
EI- Economicamente Inviável. Isto é, caso o responsável da análise assinale "não" a uma determinada medida, e saiba através de estudos anteriores, que não aplicou determinada medida por esta ser economicamente inviável, marque as duas colunas automaticamente. Esta informação será igualmente relevante.					X		
PV- Ponderar viabilidade. Isto é, são medidas que não tem no projecto que o projectista gostaria de analisar e ponderar a sua viabilidade.						X	
Obs. - Observações que queiram complementar.							obs.
É importante acrescentar que a identificação do responsável pela análise é imprescindível, pois através desta identificação, será possível um futuro contacto para maiores informações e esclarecimentos.							

		<p align="center"><b>GUIÃO PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL</b></p>							<p>Nomenclatura utilizada:</p> <p>S - sim</p> <p>N - não</p> <p>NA- não aplicável à tipologia do projecto</p> <p>TI- Tecnicamente inviável</p> <p>EI- Economicamente inviável</p> <p>PV- Ponderar viabilidade</p> <p>obs- observação à complementar</p>		
<p>Projecto analisado:</p> <p>Responsável pela análise:</p>											
<p align="center"><b>A - PLANEAMENTO E ANTEPROJECTO</b></p>											
<p align="center"><b>Categoria 1-Localização e Planeamento</b></p>											
	(C1) 1- Critério de selecção	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
1.1	Conhecer as áreas próprias para habitação de acordo com o PDM – Plano Director Municipal de cada região, e encorajar a selecção de terrenos com baixo valor agrícola e ecológico (ou ecologicamente estáveis) (Exemplo de site para consulta: <a href="http://geocidsnig.igeo.pt/portugues/mapas.html">http://geocidsnig.igeo.pt/portugues/mapas.html</a> ).										
1.2	Evitar habitat que possuem espécies sensíveis em lista de extinção ou em perigo de extinção. (site para consulta: <a href="http://geocidsnig.igeo.pt/portugues/mapas.html">http://geocidsnig.igeo.pt/portugues/mapas.html</a> <a href="http://www.icn.pt/signat/signat2b.html">www.icn.pt/signat/signat2b.html</a> ).										
1.3	Assegurar que a orientação do lote maximize medidas solares passivas (orientação do terreno à este-oeste para aumentar a exposição solar ao alçado sul do edifício).										
1.4	Analisar as zonas climáticas no local.										
1.5	Analisar a qualidade do ar existente em laboratórios certificados.										
1.6	Verificar a performance e histórico do terreno, bem como as bacias hidrográficas, para comprovar a possível contaminação do solo, das áreas subterrâneas e das fontes de radiação electromagnética.										
1.7	Evitar a selecção de terrenos próximos de torres de transmissão e de centrais de telecomunicações móveis.										
1.8	Testar a sustentabilidade do solo, estruturas em declive e infiltrações.										
1.9	Fazer mapeamento de todos os potenciais perigos naturais (Como ventos, inundações, deslizamentos...).										
1.10	Identificar os recursos de transportes públicos e parques de estacionamento existentes.										
1.11	Desenvolver uma "matriz de uso" e um índice de compatibilidade do local. (ver Leitura complementar 1.11)										
1.12	Identificar previamente, os impactes locais já existentes, tais como lotes sem uso urbano e locais comerciais.										
1.13	Evitar canais instáveis, locais possíveis de inundação, bacias, locais de erosão e vegetação madura.										
1.14	Verificar se o terreno é indicado para a função que o edifício exercerá.										
1.15	Verificar o potencial do terreno, relativamente às energias renováveis que melhor se adaptam ao local.										
1.16	Verificar a disposição de lagos, lagoas, cursos de águas ou zonas húmidas, bem como aproveitamento solar passivo e das águas subterrâneas.										
1.17	Analisar e considerar na escolha, a qualidade do ar, da água, do solo e os ruídos que afectam o local.										
1.18	Verificar a disponibilidade de vias para circulação pedestre e ciclistas.										
1.19	Verificar se o local já usufrui de uma infra-estrutura de saneamento básico, electricidade e comunicações.										
1.20	Verificar a disponibilidade de serviços e comércio na proximidade do terreno em análise. Dê preferência por terrenos que tenham maior diversidade de uso (serviços e transporte).										
1.21	Identificar os futuros empreendimentos vizinhos e prever a possibilidade destes afectarem o projecto.										
1.22	Evitar a escolha e a construção em áreas muito próximas a zonas aquáticas onde o risco de poluição dessas zonas adjacentes seja elevado.										
1.23	Ao seleccionar um terreno para construção, deve ter-se em conta a proximidade com os locais de emprego.										
1.24	Ao seleccionar terrenos para construção de edifícios comerciais e outras ocupações, ter em consideração a sua proximidade com instalações alimentícias.										
1.25	Procurar seleccionar terrenos que tenham uma proximidade de áreas verdes e praças, para recreação e a prática de actividades desportivas.										
	(C1) 2 - Integração do projecto	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
2.1.	Evitar maiores alterações da sua topografia, vegetação e vida selvagem.										
2.2.	Minimizar o uso de áreas para edifícios, parques de estacionamento e acessos de estradas.										
2.3.	Utilizar árvores e arbustos para suporte ao sistema solar passivo, complementar o arrefecimento e filtragem do ar.										
2.4.	Localizar espaços públicos abertos (praças, pátios, etc.) próximos ao terreno, de forma a contribuir e conjugar com estes afim de obter o melhor aproveitamento solar.										
2.5.	Verificar a latitude geográfica (altitude solar), factores de microclima, orientação solar (utilizar carta solar) e a direcção dos ventos dominantes antes da definição do layout.										
2.6.	Identificar as áreas com bacias hidrográficas e córregos para desvio da água da chuva.										
2.7.	Conhecer as direcções do vento para evitar indesejáveis ventos frios no inverno e aproveitar brisas leves no verão.										
2.8.	Avaliar o ecossistema local e a existência de espécies e plantas em extinção e em perigo de extinção.										
2.9.	Rever o conceito arquitectónico local e incorporar no edifício proposto.										
2.10.	Agregar corredores técnicos, quando viável.										
2.11.	Minimizar a terraplanagem do terreno natural para a construção de grandes edifícios e parques de estacionamento.										
2.12.	Providenciar paredes fechadas (estanques) a norte, de forma a evitar perdas de calor.										

2.13	Orientar a entrada para os edifícios de forma a maximizar a segurança e facilitar o acesso.							
2.14	Projectar vias de acesso, paisagismo, e estruturas auxiliares para canalizar ventos.							
2.15	Estudar a possibilidade de reutilização de materiais encontrados no local.							
2.16	Catalogar e localizar as árvores e arbustos no terreno.							
2.17	Ver a possibilidade de reutilização do edifício, quer seja da estrutura, quer seja materiais de acabamento (incluindo portas, janelas entre outros).							
2.18	Identificar o impacto ambiental e hidrológico que seria provocado pelo projecto e uso do edifício.							
2.19	Minimizar áreas pavimentadas e minimizar largura de vias, quando possível.							
2.20	Preservar plantas nativas e vegetação existente.							
2.21	Evitar o corte das árvores maduras e outras de grande porte que necessitaram de muitos anos para o seu desenvolvimento.							
	(C1) 3 - Contribuição para o desenvolvimento local	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
3.1	Verificar o fluxo local (de áreas adjacentes ou próximas) de pedestres e veículos e localizar parques, para ajudar a definir uma relação com o projecto.							
3.2	Identificar valores culturais locais a serem preservados. Contribuir assim para uma maior ligação com a comunidade local e sua herança cultural.							
3.3	Orientação da superfície e cores dos materiais devem ser usados para favorecer a absorção e reflexão da energia solar.							
3.4	Em casos de reconstrução, assegurar que sejam mantidos os valores patrimoniais dos edifícios.							
3.5	Desencorajar o uso de transporte particular (por exemplo através da redução de parques de estacionamento) e incentivar o uso de transporte público.							
3.6	Providenciar espaços verdes públicos para recreação.							
3.7	Encorajar a manutenção ou desenvolvimento de áreas contínuas que poderão servir como corredores de passagem de vidas selvagens.							
<b>Categoria 2- Gestão de energia</b>								
	(C2) 1- Controlo de recursos	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
1.1	Providenciar o acesso solar_ orientar o edifício de forma a maximizar os ganhos solares. (orientar a sul).							
1.2	Averiguar a direcção dos ventos dominantes para minimizar a perda térmica devido a infiltração de ventos predominantes e aproveitar os recursos da ventilação natural.							
1.3	Considerar a localização de árvores já existentes. Quando praticável, localizar as árvores de folha caduca nos alçados sul e a oeste do edifício.							
1.4	Utilizar e modificar o mínimo possível a topografia existente.							
1.5	Avaliar o clima local usando dados de meteorologia anual.							
1.6	Maximizar o potencial local considerando a orientação, a forma do edifício e opções de paisagismo(realizar análise preliminar de espaços relevantes).							
1.7	Agrupar programas com funções similares, com o objectivo de concentrar necessidades de aquecimento e arrefecimento.							
1.8	Analisar padrões de cargas térmicas do edifício (providenciar iluminação natural e aquecimento para o edifício quando este for requerido).							
1.9	Utilização de Massa térmica.							
1.10	Utilizar zonas de circulação como espaços - tampão.							
1.11	Desenvolver um modelo de referência que sirva como base de comparação para novos projectos quanto a fontes e consumo de energia.							
1.12	Utilizar sistemas por gravidade, quando possível, para evitar uso de bomba.							
1.13	Considerar o factor forma do edifício_ Através da escolha de um edifício mais compacto. (Verificar Decreto-lei n.º 80/2006 de 4 de Abril).							
1.14	Reduzir as áreas pavimentadas para diminuir a acumulação de calor em torno do edifício.							
1.15	Limitar vidros a leste e oeste (devido dificuldade de controlo de radiação solar).							
1.16	Projectar o edifício utilizando recursos tradicionais (efeito chaminé/ventilação cruzada) de modo a obter vantagens de ventilação natural.							
	(C2) 2- Controlo de consumo	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
2.1	Integração dos sistemas_ Considerar as características arquitectónicas, quando se for seleccionar as várias alternativas e tamanhos do sistema AVAC.							
2.2	Determinar as actividades e quantidades de equipamentos que serão utilizados nos diferentes espaços do edifício, afim de evitar futuro desconforto térmico, devido ao calor interno gerado.							
2.3	Utilização de sistemas AVAC separados por zona.							
2.4	Estabelecer padrões de uso de energia e conjunto de prioridades.							
2.5	Definir critérios para melhor optimização dos sistemas AVAC (ver critérios de optimização em leitura complementar 2.5)							
2.6	Projectar para a flexibilidade do edifício.							
2.7	Estar atento ao factor forma do projecto, versus o controlo da luz natural que penetra para o espaço interior (ex: monitorar cobertura, uso de clarabóias, átrio...).							
2.8	Em aplicações especiais, e quando possível, utilizar Fibra Óptica.							
2.9	Usar LEDS ou iluminação de emergência através da utilização de energia solar fotovoltaica.							
	(C2) 3- Aproveitamento das condições locais	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
3.1	Criação de pátios e átrios.							
3.2	Procurar combinar iluminação lateral e iluminação de topo. Este método providencia um excelente método de distribuir a luz do dia para dentro de espaços interiores.							
3.3	Realizar análise custo-benefício do ciclo de vida de sistemas de iluminação.							
3.4	Determinar a abertura óptima para iluminação de topo (coberturas).							
3.5	Integrar projectos de energia solar passiva para aquecimento associado as medidas de daylighting.							
3.6	Após a consideração de sistemas passivos e estratégias de conservação energética, considerar a integração de sistemas solares activos.							
3.7	Determinar se o clima e o posicionamento dos edifícios são apropriados para a colocação de módulos solares, inclusive módulos fotovoltaicos integrados ao edifício.							

3.8	Determinar a viabilidade financeira dos sistemas solares activos comparado a um sistema convencional num período mínimo de 10 anos.								
3.9	Localizar módulos solares para obter a máxima exposição solar, preferencialmente voltados a sul e o ângulo dos colectores de acordo com a latitude local								
3.10	Localizar colectores solares de forma a evitar sombreamento provocados por edifícios vizinhos e vegetação.								
3.11	Localizar colectores para evitar vandalismo e riscos de segurança.								
3.12	Localizar colectores de forma a evitar riscos de ofuscamento dos reflexos solares.								
3.13	Determinar a viabilidade de utilização de outras energias renováveis.								
<b>Categoria 3- Gestão da água</b>									
	(C3) 1- Controlo de recursos	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
1.1	Seleccionar terreno e desenvolver estratégias de projecto com o mínimo de alteração e impacto de bacias hidrográficas próximas.								
	(C3) 2- Controlo de consumo	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
	(Este indicador não é identificado nesta fase)								
	(C3) 3- Aproveitamento das condições locais	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
3.1	Preservar solos com vegetação madura e áreas de planícies.								
3.2	Colectar e reaproveitar água pluvial.								
3.3	Considerar a qualidade da água da chuva através de sua análise em laboratórios acreditados.								
	(C3) 4- Prevenção e recuperação do impacto ambiental ocasionado	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
4.1	Projectar bacias de infiltração, quando possível, para tratamento de águas de drenagem de superfícies.								
4.2	Utilize outros sistemas de retenção da água da chuva, tais como: bacias de controlo sedimentar, piscinas, bacias de infiltração, bacias de retenção... para reterem e tratarem a água da chuva no local ou em áreas adjacentes.								
<b>Categoria 4- Gestão dos Materiais, Recursos e Resíduos</b>									
	(C4) 1- Controlo de recursos	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
1.1	Escolher materiais com baixo impacto ambiental possível (através da análise do ciclo de vida).								
1.2	Reduzir a energia incorporada nos materiais e o consumo de recursos naturais (ver sugestão de uso em leitura complementar 1.2)								
1.3	Projectar para a menor utilização dos materiais através da reutilização e optimização do projecto. (ver sugestão leitura complementar 1.3)								
1.4	Realizar cuidadosa descrição em distinguir pavimentos para pedestres, veículos leves e veículos pesados.								
1.5	Estabilizar ruas e caminhos, sem pavimentar (através de estratégias e superfícies porosas estáveis) (ver estratégias em Leitura complementar 1.6).								
1.6	Distinguir e evitar, quando possível, alguns materiais de maior impacto na construção (ver em Leitura complementar- ANEXO).								
	(C4) 2- Controlo de consumo / impacte	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
2.1	Projectar o edifício para a adaptabilidade (ver estratégias leitura complementar 2.1).								
2.2	Projectar espaços flexíveis para situações de mudança de uso.								
	(C4) 3- Aproveitamento das condições locais	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
	(Este indicador não é identificado nesta fase)								
	(C4) 4- Uso de Materiais recicláveis e renováveis	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
	(Este indicador não é identificado nesta fase)								
<b>Categoria 5- Qualidade do Ambiente Interior</b>									
	(C5) 1- Qualidade do Ar Interior (QAI)	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
1.1	Providenciar saúde e limpeza ambiental para o aumento da performance da QAI (qualidade do ar interior) conforme legislação nacional e Internacional.								
1.2	Providenciar ampla ventilação para controlo de poluição e conforto térmico.								
	(C5) 2- Conforto acústico	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
2.1	Providenciar isolamento acústico apropriado em paredes e pavimentos (exteriores e interiores), no mínimo, conforme legislação vigente.								
2.2	Evitar fontes de ruídos.								
2.3	Evitar orientação e formas do edifício que intensifiquem os sons reflectidos dos ruídos externos.								
	(C5) 3- Iluminação / Qualidade visual	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
3.1	Usar estratégias de projecto que conectem o interior ao exterior.								
3.2	Ter em conta o daylighting, não somente para a eficiência energética, como também para aumento da produtividade.								
	(C5) 4- Conforto térmico	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
4.1	Aumente a implantação de medidas solares passivas no intuito de diminuir a dependência de sistemas AVAC.								

		GUIÃO PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL							Nomenclatura utilizada: S - sim N - não NA- não aplicável à tipologia do projecto TI- Tecnicamente inviável EI- Economicamente inviável PV- Ponderar viabilidade obs- observação à complementar													
Projecto analisado:																						
Responsável pela análise:																						
B - PROJECTO DE EXECUÇÃO																						
Categoria 1- Localização e Planeamento																						
(C1) 1- Critério de selecção		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.														
(Este indicador não é identificado nesta fase)																						
(C1) 2- Integração do projecto		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.														
2.1	Deve haver a preocupação durante a fase do projecto em conectar as paisagens fragmentadas, e estabelecer redes contínuas com os sistemas naturais do local e outros sistemas naturais além do seu limite.																					
2.2	Promover e incentivar o acesso não motorizado aos edifícios.																					
2.3	Projectar para reduzir efeitos de ilha de calor (ver medidas em Leitura Complementar 2.3).																					
2.4	Projectar iluminação exterior, eliminando a claridade excessiva e fora do ângulo limite definido (do edifício ou de um local específico) para minimizar o seu impacto ambiental nocturno.																					
2.5	Desenvolver projecto urbanístico local de forma a minimizar a extensão de vias, construções e melhorar vias existentes.																					
2.6	Uso da vegetação local para moderar as condições do tempo e providenciar protecção da vida selvagem nativa.																					
2.7	Propor projectos compatíveis com as características arquitectónicas e traçado urbano existente (altura, cores, materiais, calçada...).																					
2.8	Definir abrigos para bicicletas (para proteger do tempo e do vandalismo).																					
2.9	Propor a diversidade de plantas e o uso de plantas nativas, incluindo árvores.																					
2.10	Limitar áreas pavimentadas para parques de estacionamento.																					
(C1) 3- Contribuição para o desenvolvimento local		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.														
3.1	Minimizar o impacto criado por processos de desenvolvimento local (construções), com o intuito de reduzir alterações e distúrbios ecológicos;																					
3.2	Considerar o aumento de uso de estratégias de telecomunicação nos edifícios (Telecomunicação e videoconferência) .																					
3.3	Assegurar que o projecto de arquitectura e o projecto urbano, incluindo os factores funcionais e estéticos, sejam compatíveis com os valores culturais locais.																					
Categoria 2- Gestão de Energia																						
(C2) 1- Controlo de recursos		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.														
1.1	Dimensionar e controlar aberturas através de apropriada fenestração e sombreamento, seleccionar vidros com baixa emissão (low-e).																					
1.2	Pormenorizar o isolamento para reduzir o consumo de energia para aquecimento ou arrefecimento devido a perda e ganho de calor através da envolvente do edifício. (ver decreto-lei n.º. 80/2006 de 4 de Abril) (ver Leitura Complementar 1.2).																					
1.3	Equilibrar a temperatura do espaço interior, através da utilização de massa térmica. Este recurso é bastante adequado em locais que apresentam amplitudes térmicas anuais que oscilam acima e abaixo da temperatura de conforto.								não aplicável a CC													
1.4	Considerar estratégias de integração de ventilação natural com sistemas AVAC.																					
1.5	Considerar taxa de reflexividade dos revestimentos do edifício.																					
1.6	Especificar materiais de construção e pormenores que reduzam a transferência de calor.																					
1.7	Considerar o uso de cobertura ajardinada para reduzir transmissão de calor e cargas de radiação na superfície do edifício.																					
1.8	Analisar a energia primária não sustentável incorporada em materiais de construção.																					
1.9	Isolar e vedar todas as juntas e pequenas aberturas na cobertura.								Para a escala do CC , não é muito													
1.10	Minimizar ou eliminar a emissão solar directa em áreas de trabalho com excessiva claridade.																					
1.11	Considerar o uso de palas baseado na altura das janelas e na latitude (altitude solar).																					
1.12	Plantar árvores e/ou arbustos para sombrear janelas em estratégias horas do dia e de estações. (ver exemplo em leitura complementar 1.14)																					
1.13	Considerar sombreamentos que possam ser estendidos ou removidos.																					
(C2) 2- Controlo de consumo		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.														
2.1	Quando possível, minimizar e eliminar ar - condicionados, através de medidas solares passivas, ventilação cruzada, e outros meios (exemplo- Bioclimatização- ver site: <a href="http://www.biocool.info/climatizacion.htm">www.biocool.info/climatizacion.htm</a> ).																					
2.2	Em estabelecimentos comerciais, aconselha-se o uso de sistemas centrais de refrigeração.																					
2.3	Quando não usarem condensadores de água, projectar caldeiras e chillers usando equipamento de alta eficiência, módulos múltiplos e outras fontes de energia, ex.: gás.																					
2.4	Utilizar módulos de ar condicionado de acordo com a ocupação, actividades e operação.																					
2.5	Evitar exposição e poluição electromagnética_ Localizar alta concentração de electricidade (como transformadores e motores) longe de edifícios com ocupação.																					
2.6	Utilizar sistemas de reservatório térmico em conjunto com o sistema convencional (chiller) para substituir o consumo de energia eléctrica em períodos em que o seu custo se torna mais elevado (horas de ponta).																					
2.8	Controlar a ventilação interior através de sensores de CO <sub>2</sub> .																					


2.9	Seleccionar equipamentos de alta eficiência energética que operam em ambas as condições, carga parcial ou total.							
2.10	Avaliar os diversos tamanhos e modelos de chillers para identificar unidades que mais eficientemente satisfaçam a procura.							
2.11	Considerar a eficiência de todas as partes integrantes de sistemas AVAC.							
2.12	Reduzir a dimensão das condutas de sistemas AVAC para diminuir perdas.							
2.13	Considerar o armazenamento de energia térmica utilizando os sistemas de armazenamento de energia térmica (TSE - thermal energy storage). Os bancos de gelo e Chillers de água são exemplos mais comuns destes sistemas.							repete o 2.6
2.14	Utilizar Cogeração / Trigeração (De acordo com o Artigo 27º n.º 7, do decreto-lei n.º 79 /2006 de 4 de Abril, a co-geração é obrigatória em alguns tipos de edifícios (ex. Centro comercial) com mais de 10.000m2 de área útil).							
2.15	Controlar as emissões dos sistemas AVAC deverá estar de acordo com as últimas Regulações Nacionais e Europeias. (Decreto - lei n.º 79/2006, de 4 de Abril).							
2.16	Definir Sistema de Gestão de energia, obrigatório em todos os novos edifícios acima de 1000m2 (Cumprimento ao RSECE - Decreto - lei n.º 79/2006, de 4 de Abril).							
2.17	Desenvolver orçamentos mais pormenorizados (a incluir inclusive manutenção anual) baseados na energia e na qualidade do ar interior.							
2.18	Desenvolver um modelo de referência que sirva como base de comparação para novos projectos quanto a fontes e consumo de energia.							
2.19	Desenvolver simulações energéticas com os sistemas AVAC considerando as opções mais eficientes.							
2.20	Utilização de sensores para reduzir o uso de energia eléctrica, através do seu ajuste em função da disponibilidade da luz do dia. (ex.: dimmers, sensores de ocupação, photocells, e time clocks).							
2.21	Analisar os níveis de iluminação (lúmens) de forma a assegurar que não mais o que requerido seja utilizado em um determinado espaço.							
2.22	Projectar a iluminação por zona, para que durante a fase de gestão possa ser realizado o controlo/funcionamento da iluminação conforme o fluxo de pessoas no local.							
2.23	Utilizar níveis reduzidos de iluminação e apropriada intensidade luminica somente para tarefas, onde necessário.							
2.24	Controlar e reduzir a iluminação nocturna em áreas desnecessárias (espaços abertos em áreas fora de limites e de pouca circulação).							
2.25	Especificar acabamentos com valor de reflexão desejado para paredes, tectos e pisos.							
2.26	Evitar a radiação directa em locais com tarefas críticas e com excessiva claridade.							
2.27	Filtrar a luz do dia para reduzir intensidade luminica quando indesejável.							
2.28	Evitar indesejáveis clarões no interior do edifício causados pelo baixo ângulo solar.							
(C2) 3- Aproveitamento das condições locais		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
3.1	Melhorar o aproveitamento da luz do dia, através de ambientes mais claros e com pé-direito mais elevados.							
3.2	Considerar o uso de vidros com elevada transmissão da luz do dia e baixo coeficiente de sombreamento das fachadas ao norte.							
3.3	Considerar o uso de "Roof monitors" e "sun tunnel" (ver www.veluxusa.com) e outros tipos de aberturas altas (sheds, lanternim...) em adição ou substituição de clarabóias.							
3.4	Distribuição de fontes de iluminação eficiente através do lighting design.							
3.5	Avaliar a possibilidade do uso de energias renováveis (módulos solares, eólicas, biomassa...).							3.13
3.6	Utilizar, quando possível, tecnologia de água quente solar. (ver obrigatoriedade no Decreto-lei n.º 80 / 2006 de 4 de Abril).							
3.7	Projectar colectores resistentes as condições do tempo.							
3.8	Projectar e localizar colectores de forma a facilitar a limpeza e manutenção.							
3.9	Minimizar a distância dos colectores das fontes de armazenamento.							
3.10	Optimizar o isolamento dos colectores, tubos e reservatório.							
3.11	Maximizar o acesso e a manutenção para colectores solares, tubos e áreas do reservatório.							
<b>Categoria 3 - Gestão da Água</b>								
(C3) 1- Controlo de recursos		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
1.1	Optar por plantas nativas ou espécies bem adaptadas.							
1.2	Minimizar o uso de plantas anuais ( ver comentário em Leitura Complementar 1.2).							
(C3) 2- Controlo de consumo		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
2.1	Estabelecer estratégia de separação entre as altas e as baixas zonas de manutenção de relvados e plantas.							
2.2	Instalação de sistemas de rega eficiente.							
2.3	Quando possível, utilizar aeradores em torneiras. (ver Leitura Complem. 2.3)							
2.4	Quando possível, utilizar Ozono (O <sub>3</sub> ) para tratamento da água ao invés do cloro.							
2.5	Use sistemas eficientes de irrigação que utilizem tecnologias de "drip irrigation", sensores de humidade e controlos baseados no tempo.							
2.6	Use recirculação de água em sistemas de fontes, piscinas e para processos de arrefecimento.							
2.7	Reduzir o consumo da água no edifício. (ver Leitura Complementar n.º. 2.7)							
2.8	O consumo excessivo pode ser evitado, utilizando um número limitado de pontos de água.							
2.9	Providenciar medidas de eficiência de equipamento com demonstração de cálculos para provar uma redução do uso de água potável.							

2.10	Optimizar sistemas de abastecimento e drenagem_ Sistemas de abastecimento e drenagem devem ser colocados juntos, o objectivo será reduzir o tamanho da rede e perdas. Além disso, aconselha-se concentrar equipamentos sanitários.							
2.11	Utilizar sistemas como "Ozone Laundry" ( <a href="http://www.Envirocleanse.com">www. Envirocleanse.com</a> )							
	(C3) 3- Aproveitamento das condições locais	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
3.1	Colectar e usar água pluvial.							
3.2	Projectar apropriado e correcto sistema de armazenamento, filtragem e distribuição da água da chuva (ver medidas em Leitura Complementar n.º 3.2)							
	(C3) 4- Prevenção e recuperação do impacto ambiental ocasionado	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
4.1	Considerar o uso de materiais permeáveis que maximizem a absorção da água no local.							
4.2	Construir superfícies, tais como caminhos de pedestres e pátios, com agregados soltos, deck de madeira e superfícies com assentamento de pedras espaçadas.							
4.3	Moderar e tratar "runoff" de coberturas e pavimentos impermeáveis para que, o quanto possível, retorne ao caminho natural do solo.							
4.4	Restaurar a paisagem nativa quando o distúrbio local e o corte de algumas árvores forem inevitáveis.							
4.5	Executar uma análise orçamental da água para o projecto e contabilizar todo o fluxo diário desperdiçado.							
4.6	Assegurar que o edifício seja provido com sistema de separação da água potável e das águas cinzentas, que poderão ser utilizadas para rega, lavagens de carros e para as casas de banho.							
4.7	Separar as águas cinzentas gerados por usos internos da habitação, como as máquinas de lavar louça e roupa, banhos e pias.							
4.8	Devido a ausência de regulamentos e procedimentos para o devido uso das águas cinzentas, verificar regulamentos de instituições internacionais.							
4.9	Usar e estabelecer infra-estrutura para futura utilização de águas cinzentas. (ver alternativas em Leitura Complementar 4.9)							
4.10	Propor cobertura ajardinada.							
4.11	Propor piscina biológica. ( ver Leitura Complementar 4.11)							
<b>Categoria 4 - Gestão dos Materiais, Recursos e Resíduos</b>								
	(C4) 1- Controlo de recursos	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
1.1	Localizar pavimentos onde o ganho solar é desejável e definir características dos materiais conforme necessidade de redução ou aumento de calor.							
1.2	Usar materiais novos com consciência, consuma o mínimo e evite desperdício. Considerar a capacidade de renovação, produção sustentável e reciclagem do material.							
1.3	Evitar a "Síndrome do edifício doente" ("Sick Building syndrome") tendo em conta que materiais ásperos e porosos podem conter planos e cavidades microscópicas que podem absorver moléculas (poluentes) no ar.							
1.4	Privilegiar a utilização de materiais naturais, em vez de materiais sintéticos, devido a comprovados teste de toxidade, tendo em conta a QAI (Qualidade do Ar Interior).							
	(C4) 2- Controlo de consumo / impacto	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
2.1	Uso de materiais duráveis que resistem às intempéries, e dure mais que a vida de um edifício.							
2.2	Projectar o edifício para a adaptabilidade (ver algumas estratégias em Leitura Complementar 2.2).							esta é muito importante incluir
2.3	Projectar o edifício para a futura separação dos materiais de construção (ver algumas estratégias em Leitura Complementar 2.3)							
2.4	Propor pavimentos porosos e permeáveis à água, incluindo parques de estacionamento de pouca circulação; e em áreas com forte tráfico, a combinação deste com pavimentos convencionais.							
2.5	Projectar pavimentos que sirvam para mais de uma proposta (exemplo: conjugar parques de estacionamento e retenção de água numa mesma área).							
2.6	Analisar o custo do ciclo de vida dos materiais (incluir sua requerida manutenção).							
2.7	Projectar materiais de construção com tamanhos standard.							
2.8	Estimar a quantidade de materiais de construção o mais exacto quanto possível. "Mais exacto = menos desperdício".							
2.9	Planear de forma que os resíduos sólidos (orgânico e inorgânico) sejam separados, colectados, e reciclados no edifício e na comunidade;							
	(C4) 3- Aproveitamento das condições locais	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
3.1	Usar material local para a redução do transporte.							
3.2	Utilizar materiais adequados de acordo com a região e clima. (ver leitura Complementar 3.2)							
3.3	Considerar o uso de materiais locais sustentáveis							
	(C4) 4- Uso de materiais reciclados e renováveis	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
4.1	Especificar a reutilização de materiais onde possível. (ver comentário em Leitura complementar 4.1)							
4.2	Utilizar materiais com um elevado conteúdo de materiais reciclados (ver exemplos em Leitura Complementar 4.2).							
<b>Categoria 5 - Qualidade do Ambiente Interior</b>								
	(C5) 1- Qualidade do Ar Interior (QAI)	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
1.1	Implementar um plano de gestão QAI, incluindo alterações chave em projecto e nomeação de agentes qualificados. Incluir plano no projecto e no caderno de encargos, de forma a comunicar e executar o planeado.							
1.2	Identificar materiais que provocam impacto na QAI e seleccionar material similar, mas com menor toxicidade (ver alternativas amigáveis em Leitura Complementar 1.2).							




1.3	Desenvolver um guia de gestão da QAI para incluir na proposta de projecto e caderno de encargo, e efectivamente comunicar e executar o planeado.						
1.4	Desenvolver subcontratos que estejam de acordo com as metas definidas para a gestão da QAI na construção.						
1.5	Inspecionar e manter medidas para QAI, incluindo protecção de sistema de ventilação e as adequadas taxas de circulação de ar.						
1.6	Vedar todas as aberturas em paredes, pisos e tectos que separam espaços condicionados de espaços não condicionados.						
1.7	Prevenir a formação de humidade no interior do edifício.						
1.8	Manter seca as áreas de trabalho, não permitindo nenhum vazamento e acumulação de água da chuva.						
1.9	Promover drenagem local, de forma a impedir a humidade ascendente no edifício. (ver medidas em Leitura Complementar n.º. 1.10).						
1.10	Correctamente selar juntas, e desnecessárias aberturas em fachadas, no intuito de impedir a humidade e intrusão de pó.						
1.11	Selar todos os painéis descobertos de MDF (Medium Density Fiberboard) e Particleboard.						
1.12	Projectar equipamentos e tubagens com superfície interna lisa, com adequado acesso para inspecção e limpeza.						
1.13	Incluir sistemas apropriados de ventilação mecânica.						
1.14	Considerar a localização de sistemas AVAC e entradas de ar para o interior do edifício, devidamente separadas e distanciadas de fontes de poluição externas.						
1.15	Definir estratégias de ventilação de acordo com a necessidade de ocupação.						
1.16	Considerar a melhor difusão do ar condicionado no espaço.						
1.17	Avaliar o custo- benefício de todas as estratégias para a QAI (deverá incluir o entendimento do custo inicial, custo do ciclo de vida e produtividade).						
1.18	Use materiais com baixa emissão de VOCs (Compostos Orgânicos Voláteis).						
1.19	Assegurar que as empresas contratadas cumpram com os mais recentes padrões industriais, legislação, e quando possível, usem materiais com reconhecida certificação ambiental.						
1.20	Assegurar que as empresas contratadas, determinem condições de procedimentos com os materiais a utilizar, tendo em conta a saúde do trabalhador e posterior utilizador do edifício.						
(C5) 2- Conforto acústico		S	N	NA	TI	EI	PV Obs.
2.1	Providenciar isolamento acústico apropriado em paredes e pavimentos (exteriores e interiores) (ver informações em Leitura Complementar 2.1).						
2.2	Providenciar quando possível, controlo, isolamento e/ou eliminação de ruídos dos equipamentos.						
2.3	Providenciar controlo de vibrações apropriado (exterior e interior).						
2.4	Limitar a transmissão de sons e vibrações entre estruturas. (exemplo: colocação de juntas elásticas entre laje/pilar e piso/parede).						
(C5) 3- Iluminação / Qualidade Visual		S	N	NA	TI	EI	PV Obs.
3.1	Utilizar ferramentas de análise específicas para evitar excessiva e desnecessária iluminação. (exemplo: Adeline, RADIANCE e SUPERLITE).						
3.2	Consultar outras medidas eficientes de iluminação em IES (Illuminating Engineering Society).						
3.3	Escolher iluminação com qualidade para atender às tarefas requeridas e reduzir níveis de sobreaquecimento. A elevada qualidade luminosa requer menos luz, mas com a mesma performance visual.						
3.4	Analisar estratégias de daylighting (tanto difusa quanto directa) nos diferentes compartimentos dos edifícios.						
(C5) 4- Conforto térmico		S	N	NA	TI	EI	PV Obs.
4.1	Desenvolver um modelo de referência que sirva como base de comparação para novos projectos quanto a fontes e consumo de energia. (ler comentário em Leitura Complem.4.1)						
4.2	Definir critérios para melhor optimização dos sistemas AVAC. (ler comentário em Leitura Complementar 4.3)						
4.3	Use métodos avançados de simulação de consumo energético. (DOE; Energyplus, Calener, TRNSYS e BLAST)						
4.4	Considerar o uso de sistemas de controlo de gestão (sensores) para medir por zona, diferentes factores ( temperatura, humidade, ocupação, ar...).						
4.5	Formação de engenheiros para o uso de sistemas de controlo para aumentar o conforto e a eficiência de sistemas operacionais (ver características que os sistemas AVAC devem assegurar em Leitura Complementar 4.6)						
4.6	Considerar o uso de "Underfloor Air". (ver site: <a href="http://www.cbe.berkeley.edu/underfloorair/">www.cbe.berkeley.edu/underfloorair/</a> ).						



		<p>GUIÃO PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL</p>							<p>Nomenclatura utilizada:</p> <p>S - sim</p> <p>N - não</p> <p>NA- não aplicável à tipologia do projecto</p> <p>TI- Tecnicamente inviável</p> <p>EI- Economicamente inviável</p> <p>PV- Ponderar viabilidade</p> <p>obs- observação à complementar</p>		
Projecto analisado:											
Responsável pela análise:											
C- FASE DE CONSTRUÇÃO											
Categoria 1-Localização e Planeamento											
(C1) 1- Critério de selecção		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
(Este indicador não é identificado nesta fase)											
(C1) 2- Integração do projecto		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
2.1	Examinar e proteger plantas existentes no local proposto.										
2.2	Especificar métodos de construção local sustentável (através da eliminação dos impactos desnecessários e degradação dos recursos).										
2.3	Coordenar as fases de construção de modo a minimizar interrupções em obra e o impacto ambiental local.										
2.4	Instalar "Silt fences" (barreiras feitas geralmente com tecido sintético) no local, durante a construção.										
2.5	Prevenir a erosão do solo e declives, antes, durante e depois da construção.										
2.6	Em locais que não exista sistema municipalizado, providenciar água de qualidade aceitável (analisada por laboratórios acreditados).										
(C1) 3- Contribuição para o desenvolvimento local		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
(Este indicador não é identificado nesta fase)											
Categoria 2- Gestão de Energia											
(C2) 1- Controlo de recursos		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
1.1	Assegurar total isolamento da fundação.										
1.2	Providenciar conforto térmico e prevenir condensações (Cumprimento ao RCCTE - Decreto - lei n.º 80/2006, de 4 de Abril).										
1.3	Assegurar a conformidade do plano de gestão. Comunicar para o contratante a importância de aderir as medidas estabelecidas em projecto e assegurar a sua conformidade.										
1.4	Confirmar que os materiais especificados sejam instalados correctamente e que os procedimentos sejam devidamente cumpridos.										
(C2) 2- Controlo de consumo		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
2.1	Encorajar os trabalhadores, ao uso de transporte público ou carros colectivos (carpooling).										
2.2	Utilizar lâmpadas fluorescentes compactas ao invés de incandescentes, para iluminação temporária dos estaleiros.										
2.3	Evitar desnecessária utilização de iluminação artificial durante horas do dia.										
2.4	Usar eficientes sistemas AVAC, se necessário, durante serviços temporários.										
(C2) 3- Aproveitamento das condições locais		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
3.1	Observar as instalações de clarabóias, garantir a estanqueidade nas instalações e verificar se estas cumprem com outras práticas definidas.										
3.2	Realizar a calibração final e testes com os sistemas de controlo de iluminação, para verificar que as instalações funcionam como especificado.										
(C2) 4- Uso de materiais reciclados e renováveis		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
4.1	Quando possível, armazenar os materiais removidos do estaleiro, como: madeira, vidro e outros, que possam ser reutilizados para gerar energia através do processo da Biomassa.										
Categoria 3- Gestão da Água											
(C3) 1- Controlo de recursos		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
(Este indicador não é identificado nesta fase)											
(C3) 2- Controlo de consumo		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
(Este indicador não é identificado nesta fase)											
(C3) 3- Aproveitamento das condições locais		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
(Este indicador não é identificado nesta fase)											
(C3) 4- Prevenção e recuperação do impacto ambiental ocasionado		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
4.1	Definir um plano para evitar riscos de contaminação do solo e das águas subterrâneas no terreno.										
Categoria 4- Gestão dos Materiais, Recursos e Resíduos											
(C4) 1- Controlo de recursos		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
(Este indicador não é identificado nesta fase)											
(C4) 2- Controlo de consumo / impactos		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.			
2.1	Comprar materiais previamente cortados e prefabricados quando possível.										
2.2	Utilizar uma área central para cortes e armazenamento de fragmentos para reutilizar.										
2.3	Desenvolver uma lista antecipada de desperdício e métodos para a redução dos mesmos.										
2.4	Construir estradas de acesso tendo em conta a minimizar o impacto sobre a vegetação e permeabilidade do solo. Uma das alternativas, é limitar as estradas em áreas que eventualmente serão pavimentadas.										
2.5	Armazenar materiais em locais seguros, secos e localizados acima do nível do solo, e prevenir contacto com materiais que possam causar corrosão, descoloração ou manchas.										
2.6	Realizar formações periódicas com contratados e subcontratados, para demonstrar a importância da redução dos resíduos.										
2.7	Providenciar incentivos para aumentar e encorajar a redução de resíduos.										

	(C4) 3- Aproveitamento das condições locais	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
	(Este indicador não é identificado nesta fase)							
	(C4) 4- Uso de materiais reciclados e renováveis	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
4.1	Usar métodos em estaleiro de forma que os materiais de trabalho, possam ser reutilizados em outras obras (por exemplo utilizar parafusos ao invés de pregas para fixação).							
4.2	Exigir dos subcontratados, proposta de planos para minimizar o desperdício, incluindo armazenamento, distribuição, manipulação, eficiência, embalagem, protecção, corte e reciclagem.							
4.3	Conduzir sessões de "brainstorming" sobre como reduzir os resíduos.							
4.4	Comunicar plano de gestão de resíduos através de reuniões, intranet e promover acompanhamento dos resultados.							
4.5	Definir um inventário de materiais que foram reciclados (determinar o volume e o valor dos materiais recuperados).							
4.6	Contactar empresas que promovam a reciclagem, e procure identificar termos e condições necessárias para a reciclagem dos materiais e seu destino (www.netresiduos.com).							
4.7	Reciclar resíduos da construção e demolição, através da separação dos diferentes tipos e quantidades de materiais gerados nos locais de trabalho. (ver comentário em Leitura Complementar 3.1).							
4.8	Reutilizar os materiais de construção.							
4.9	Reduzir desperdício com embalagens, procurando fornecedores que distribuem materiais utilizando boas técnicas ou o mínimo de embalagem.							
<b>Categoria 5- Qualidade do Ambiente Interior</b>								
	(C5) 1- Qualidade do Ar Interior (QAI)	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
1.1	Gerir na construção o controlo da humidade, da poeira, e dos materiais perigosos, que são os causadores de risco para a QAI.							
1.2	Identificar fontes de contaminação e de actividades de construção, de forma a minimizar os riscos relacionados a QAI.							
1.3	Incluir barreiras físicas a uma secção do edifício em construção e/ou demolição, através de forros de polietileno ou outras barreiras.							
1.4	Manter portas fechadas e escadas isoladas, para não actuar como condutores de contaminação.							
1.5	Positivamente, pressurizar áreas não ocupadas e usar sistemas de ventilação afim de minimizar a migração de contaminantes dentro de espaços ocupados.							
1.6	Comunicar as metas estabelecidas de gestão para a QAI aos trabalhadores através de formações e notificações.							
1.7	Notificar sobre comportamentos inaceitáveis que poderão trazer impacto negativo ao QAI, incluindo: não fumar dentro do edifício e não usar roupas de trabalho contaminadas.							
1.8	Instalar materiais porosos (exemplo: isolamento) somente depois que o edifício esteja estanque.							
1.9	Ordenar a instalação de químicos tóxicos antes da instalação de outros materiais porosos, que absorvem substâncias químicas/VOCs.							
1.10	Quando não for possível criar uma sequência de instalação favorável, deverá proteger as superfícies absorventes.							
1.11	Providenciar filtração e adequada ventilação, através de 100% de ar exterior durante o período de secagem dos materiais (desumidificador deverá ser requerido em certas aplicações).							
1.12	Facilitar a instalação de sistemas mecânicos, para permitir o controlo da humidade do edifício, antes da instalação de painéis de gesso. Se possível, use um sistema temporário de ventilação.							
1.13	Limitar a operação de sistemas AVAC durante a construção. Se esta operação for inevitável, limpe todos os filtros, tubos, e a superfície do equipamento para obter o mesmo nível de limpeza de um equipamento novo.							
1.14	Coordenar a colocação da cobertura com os acabamentos interiores do edifício para prevenir a infiltração de humidade.							
1.15	Designar um espaço externo para intervalo e alimentação.							
1.16	Minimizar a acumulação de pó e outros contaminantes, utilizando sistemas de acumulação de pó. (Exemplos de produtos: Rebarbadores e aspiradores tipo HILT).							
1.17	Vedar embalagens de líquidos voláteis (combustível, pintura, vernizes, solventes) e armazená-las em áreas externas, quando possível.							
1.18	Barreiras deverão ser geridas com pressão de ar negativa (instalação de exaustor que retira ar do ambiente e lança para o exterior).							
1.19	Não permitir a acumulação de pó e escombros no local (aconselha-se a remoção diária).							
1.20	Remover cuidadosamente o pó em barreiras de controlo e tectos de protecção, para minimizar a propagação de pó e escombros.							
1.21	Medidas de controlo de pó deverão ser cumpridas não somente pelos trabalhadores, como também, pelos responsáveis do transporte de materiais.							
1.22	O local de equipamentos de construção deverá ser localizado fora das áreas de acesso e entrada de ar do edifício.							
1.23	Os stocks de materiais fora do edifício deverão ser minimizados.							
1.24	Os materiais deverão estar armazenados acima do nível do chão, em paletas ou prateleiras, de forma a permitir a circulação de ar. Além disso, materiais secos devem ser forrados com plásticos para prevenir os danos da chuva.							
1.25	Materiais molhados deverão ser secos antes da sua instalação.							

1.26	Estar ciente que alguns materiais, como as madeiras, podem chegar ao local com elevado conteúdo de humidade, adquirido antes da chegada ou durante o seu transporte.								
1.27	Localizar materiais tóxicos, como a tela asfáltica, longe das entradas de ar (considerar a direcção do vento). A entrada de ar interior deverá ser interrompida temporariamente.								
1.28	Utilizar um espaço de armazém para permitir que materiais terminem a emissão de gases antes da instalação.								
1.29	Durante a construção, condutas e ventilação mecânica deverá ser temporariamente fechadas.								
1.30	Em caso de vazamento de produto tóxico em material facilmente substituível, esta troca deverá ser feita por um novo material.								
1.31	Ventilar o espaço, quando se instalar materiais húmidos ou material que liberta odores.								
1.32	Durante a instalação de alcatifas, pinturas, acabamentos e outros produtos emissores de VOCs, providenciar ventilação suplementar de pelo menos 72 horas depois que o trabalho esteja concluído.								
1.33	Assegurar que as empresas contratadas, determinem condições de procedimentos com os materiais a utilizar, tendo em conta a saúde do trabalhador e posterior utilizador do edifício.								
	(C5) 2- Conforto Acústico	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
2.1	Providenciar, quando possível, controlo e eliminação de ruídos dos equipamentos.								
2.2	Providenciar controlo de vibrações apropriados.								
	(C5) 3- Iluminação / Qualidade Visual	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
	(Este indicador não é identificado nesta fase)								
	(C5) 4- Conforto Térmico	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.	
	(Este indicador não é identificado nesta fase)								

		<p align="center"><b>GUIÃO PARA A CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL</b></p>							<p>Nomenclatura utilizada:  S - sim  N - não  NA- não aplicável à tipologia do projecto  TI- Tecnicamente inviável  EI- Economicamente inviável  PV- Ponderar viabilidade  obs- observação à complementar</p>						
Projecto analisado:															
Responsável pela análise:															
<b>D- OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO</b>															
<b>Categoria 1- Localização e Planeamento</b>															
(C1) 1- Critério de selecção		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.							
(Este indicador não é identificado nesta fase)															
(C1) 2- Integração do projecto		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.							
2.1	Integrar espaços verdes e projectos paisagísticos ao empreendimento. (ver comentários em Leitura Complementar 2.1)														
(C1) 3- Contribuição para o desenvolvimento local		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.							
3.1	Identificar valores culturais locais a serem preservados. Contribuir assim para uma maior ligação com a comunidade local e sua herança cultural.														
3.2	Contribuir para a redução dos veículos individuais na cidade e redução da emissão de CO <sub>2</sub> (ver algumas medidas em Leitura Complementar 3.2).														
3.3	Utilizar, quando possível, vias de transporte existentes para minimizar a necessidade de novas infra-estruturas.														
3.4	Considerar o aumento de uso de estratégias de telecomunicação nos edifícios (telecomunicação e videoconferência).														
3.5	Encorajar uma maior diversidade de usos dentro do edifício.														
3.6	Procurar, sempre que possível, viver próximo ao local de trabalho e escolas.														
<b>Categoria 2- Gestão de Energia</b>															
(C2) 1- Controlo de recursos		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.							
1.1	Inspeccionar as aberturas e envolventes do edifício periodicamente.														
1.2	Aconselha-se, em "open space", à subdivisão dos espaços em função das actividades dos trabalhadores e dos factores externos.														
(C2) 2- Controlo de consumo		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.							
2.1	Definir a locação de grupos com funções similares no edifício, dentro da mesma zona de controlo de AVAC, de forma a que essas áreas possam ser programadas separadamente.														
2.2	Utilizar sistemas e equipamentos de refrigeração e outros sistemas AVAC, sem o uso de CFC.														
2.3	Educar para a eficiência energética e providenciar assessoria de manutenção para o edifício.														
2.4	Avaliar a performance e o comportamento (conduta) de ocupação.														
2.5	Utilizar equipamentos com elevada eficiência, e com sistema de velocidade variável.														
2.6	Seleccionar novos equipamentos (incluindo transformadores) e electrodomésticos que utilizem critérios de eficiência energética (eco etiqueta)														
2.7	Especificar a eficiência energética de equipamentos de trabalho.														
2.8	Considerar estratégias como "evaporative cooling" para arrefecimento.														
2.9	Realizar sessões de videoconferência, quando possível. (ver Leitura Complementar 2.9).														
2.10	Para as grandes caldeiras, realizar o controlo do oxigénio para aumentar a eficiência da combustão.														
2.11	Identificar as ocorrências de picos de consumo de energia e desenvolver estratégias de gestão.														
2.12	Configurar o controlo de sistemas AVAC do edifício, para operar de acordo com as necessidades do edifício.														
2.13	Limitar o consumo eléctrico de equipamentos não essenciais durante horas de ponta.														
2.14	Usar lâmpadas e luminárias eficientes com balastos electrónicos (sistema de arranque).														
2.15	Usar sistemas de controlo para reduzir o uso de energia (ex.: dimmers, sensores de ocupação, photocells, e time clocks).														
2.16	Utilizar níveis reduzidos de iluminação e intensidade luminica apropriada, somente onde necessário.														
2.17	Escolher luminárias com ângulo de expansão e que possam ser direccionadas.														
2.18	Reduzir a altura das luminárias de forma a iluminar somente as áreas limites estabelecidas.														
(C2) 3- Aproveitamento das condições locais		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.							
3.1	Rever, após o término da construção, todas as aberturas, controlo solar e sistemas de controlo de iluminação, para verificar se estão a funcionar conforme especificado.														
3.2	Identificar os responsáveis pela manutenção e assegurar que eles sejam familiarizados com os procedimentos próprios.														
3.3	Minimizar a manutenção de sistemas solares activos e outros sistemas, através da auto-manutenção (self-maintaining)														
3.4	Escolher, quando houver, a oferta de energia "verde" fornecida pelas Companhias de electricidade.														
<b>Categoria 3- Gestão de Água</b>															
(C3) 1- Controlo de recursos		S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.							
1.1	Optar por plantas nativas ou espécies bem adaptadas.														
1.2	Minimizar o cultivo de relvados que requerem muita manutenção. (ver site: <a href="http://www.bioriza.com/">www.bioriza.com/</a> ).														
1.3	Minimizar o uso de plantas anuais.														

	(C3) 2- Controlo de consumo / impacte	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
2.1	Minimizar a irrigação, o uso de pesticidas e fertilizantes.							
2.2	Estabelecer estratégia de separação entre altas e baixas zonas de manutenção de plantas e relvados.							
2.3	Quando possível, utilizar aeradores em tomeiras.							
2.4	Quando possível, utilizar Ozono (O <sub>3</sub> ) para tratamento da água ao invés do cloro.							
2.5	Use sistemas eficientes de irrigação.							
2.6	Reduzir o consumo da água no edifício (ver exemplos de medidas em Leitura Complementar 2.6)							
2.7	Providenciar formações e manuais para o utilizador final, abordando os princípios de conservação da água e possibilidades de reutilização.							
2.8	Desenvolver uma consciencialização individual, definindo as suas próprias medidas de conservação.							
2.9	Planear de forma que os resíduos sólidos (orgânico e inorgânico) sejam separados, colectados, e reciclados no edifício e na comunidade.							
	(C3) 3- Aproveitamento das condições locais	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
3.1	Utilização da água da chuva tendo em conta o processo de armazenamento, filtragem, bombeamento, distribuição e distintivos de acesso e opção por parte do usuário.							
	(C3) 4- Prevenção e recuperação do impacto ambiental ocasionado	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
4.1	Restaurar a paisagem nativa quando o distúrbio local e o corte de algumas árvores forem inevitáveis.							
4.2	Executar uma análise orçamental da água para o projecto e contabilizar todo o fluxo diário desperdiçado.							
4.3	Separar e reciclar óleo de cozinha. (ver site <a href="http://www.inresiduos.pt">www.inresiduos.pt</a> medidas obrigatórias e voluntárias de recolha de óleo e viabilização).							
<b>Categoria 4- Gestão dos Materiais, Recursos e Resíduos</b>								
	(C4) 1- Controlo de recursos	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
1.1	Remover tintas por meio de produção não tóxica e com baixa emissão de VOCs.							
	(C4) 2- Controlo de consumo	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
2.1	Controlar a humidade e a temperatura para melhor preservação dos materiais.							
2.2	Evitar sujidade e limpeza com produtos tóxicos.							
2.3	Projectar espaços flexíveis para futuras alterações de uso.							
2.4	Especificar materiais e montagens que possam ser facilmente desmontados no final de sua vida útil.							
	(C4) 3- Aproveitamento das condições locais (Este indicador não é identificado nesta fase)	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
	(C4) 4- Uso de materiais reciclados e renováveis	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
4.1	Recuperar e reciclar recursos (ver exemplos em Leitura Complementar 4.1).							
4.2	Desenvolver e promover em locais visíveis e centrais, plano de redução de resíduos em posto de trabalho (com metas de redução).							
<b>Categoria 5- Qualidade do Ambiente Interior</b>								
	(C5) 1- Qualidade do Ar Interior (QAI)	S	N	NA	TI	EI	PV	Obs.
1.1	Testar e monitorar a ventilação e o fluxo de ar, bem como suspender partículas contaminantes e gases em áreas de ocupação do edifício.							
1.2	Isolar espaços empoeirados de sistemas de ventilação.							
1.3	Manter portas fechadas e escadas isoladas, para não actuar como condutores de contaminação.							
1.4	Positivamente, pressurizar áreas não ocupadas e usar sistemas de ventilação afim de minimizar a migração de contaminantes dentro de espaços ocupados.							
1.5	Notificar sobre comportamentos inaceitáveis para a QAI.							
1.6	Desenvolver um programa de limpeza e providenciar a elevada eficiência de partículas filtro (HEPA) em aspirador de pó.							
1.7	Usar panos molhados, esfregão humedecido, e aspirador de pó com filtro HEPA para limpar pó.							
1.8	Instalar barreiras entre áreas de trabalho e áreas ocupadas.							
1.9	Instalar barreiras e fechamento sobre os tectos afim de evitar a transmissão de pó dentro de áreas adjacentes.							
1.10	Usar métodos de extracção em áreas que sofram fortemente com a contaminação e infestação de mofo.							
1.11	Durante processo de limpeza de mofo, minimizar a exposição dos ocupantes do edifício.							
1.12	Não permitir a acumulação de pó e escombros no local (aconselha-se a remoção diária).							
1.13	Providenciar tapetes dentro de áreas de barreira de controlo de pó.							
1.14	Remover cuidadosamente o pó em barreiras de controlo e tectos de protecção.							
1.15	Localizar materiais tóxicos, como tela asfáltica, longe de entradas de ar, quando possível, e considerar a direcção do vento. A entrada de ar interior deverá ser interrompida temporariamente.							
1.16	Instruir ocupantes a fecharem as portas e janelas no período de impermeabilização das coberturas.							
1.17	Realizar o trabalho com produtos químicos durante os períodos de menos ocupação e providenciar boa comunicação com todas as partes envolvidas, incluindo moradores do edifício.							
1.18	Armazenar líquidos perigosos no exterior em contentores próprios.							
1.19	Durante a construção, condutas e ventilação mecânica devem ser temporariamente fechadas.							

1.20	Usar menos agentes de limpeza tóxicos, propondo a sua substituição por produtos menos tóxicos ou através de materiais que requerem menos manutenção.						
1.21	Se solventes, produtos de limpeza, gasolina, ou outros potenciais líquidos tóxicos são derramados sobre o piso, limpar imediatamente para reduzir avançada contaminação.						
1.22	Em caso de vazamento de produto tóxico em material facilmente substituível, deverá proceder-se a troca por novo material.						
1.23	Realizar a renovação do ar antes da ocupação do edifício (através de 100% de ventilação).						
1.24	Considerar a substituição de sistemas que contenham CFC (clorofluorcarbono).						
1.25	Prefira as pinturas à base de cal em locais de permanência.						
	(C5) 2- Conforto Acústico	S	N	NA	TI	EI	PV Obs.
	(Este indicador não é identificado nesta fase)						
	(C5) 3- Iluminação / Qualidade Visual	S	N	NA	TI	EI	PV Obs.
3.1	Após a construção, em fase de utilização, os sistemas de iluminação devem ser calibrados, além disso deve ser feito um guia para o utilizador, para melhor aproveitamento das estratégias implementadas.						
	(C5) 4- Conforto térmico	S	N	NA	TI	EI	PV Obs.
4.1	Em períodos de renovação, redimensionar componentes e equipamentos caso ocorra alterações decorrentes.						
4.2	Aumentar o conforto do utilizador em caso de renovação (tendo em conta o controlo da temperatura e ventilação ideal).						



## **Anexo III**

Desempenho ambiental dos edifícios de referência



## Desempenho (Ambiental e económico) de (2006)



DVD														2006
Dados Gerais														
ABL	30214		Mall			8447.7								
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total	
<b>ENERGIA</b>														
E. Eléctrica (KWh)	653.830	514.058	548.410	504.022	549.666	622.145	753.907	721.268	631.633	540.888	516.288	583.365	7139480	
Diesel (Lts)													0	
Gasolina (Lts)													0	
Gás Natural (M³)	29.799	21.907	22.967	3.644	439	108,00	0,00	0,00	107	0	0		78971	
<b>ÁGUA</b>														
água M³ (Centro)	1053	1053	903	903	1203	1203	1143	1143	1001	1001	1025	1025	12653	
água M³ (estacion.)													0	
água M³ (fugas)													0	
água M³ (total)	1053,0	1053,0	902,5	902,5	1203,0	1203,0	1143,0	1143,0	1000,5	1000,5	1024,5	1024,5	12653	
<b>RESÍDUOS</b>														
reciclos (Kg)													157245	
não reciclados (KG)													289373	
total de resíduos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	446618,0	
% reciclados	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	35,2%	
<b>EUROS</b>														% média
Euros (E. eléctrica)	49.968,00	40.593,10	40.782,62	35.161,23	38.589,01	42.836,88	49.294,25	47.940,76	42.169,19	35.471,33	38.755,96	40.587,86	502.150,20	
Euros (Diesel)													0,00	
Euros (Gasolina)													0,00	
Euros (M³ - Gás)	10.586,01	8.033,10	8.405,80	1.611,83	440,87	368,57	319,58	236,31	357,08	67,00	4.528,00	8.710,00	43.664,15	
Euros (Água)	4.025,74		3.472,90		4.577,00		4.356,22		4.723,20		5.154,00		26.309,06	
Total (Euros)	64.579,75	48.626,20	52.661,32	36.773,06	43.606,88	43.205,45	53.970,05	48.177,07	47.249,47	35.538,33	48.437,96	49.297,86	572.123,41	
<b>Conversões necessárias</b>														
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	total	
<b>Conversão Energia em TEP</b>														
E. Eléctrica (KWh)	653830	514058	548410	504022	549666	622145	753907	721268	631633	540888	516288	583365	7139480	
Diesel (Ltr para ton)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Gasolina (Ltr para ton)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G. Nat. (M³ p/1000M³)	29,799	21,907	22,967	3,644	0,439	0,108	0	0	0,107	0	0	0	78,971	
Energia total (TEP)	214,04588	167,04056	177,87184	149,15446	159,76312	180,51061	218,63303	209,16772	183,26131	156,85752	149,72352	169,17585	2135,2054	
<b>Outros Dados</b>														
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	total	
tráfego	457072,00	396606	430673	490235	429610	416792	459217	523444	437075	469781	473590	658679	5642774	
<b>Indicadores ambientais (DVD)</b>														
<b>Indicador (consumo por área - mall)</b>														
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média	
TEP/1000M²	25,34	19,77	21,06	17,66	18,91	21,37	25,88	24,76	21,69	18,57	17,72	20,03	21,06	
M³(água)/1000M²	124,65	124,65	106,83	106,83	142,41	142,41	135,30	135,30	118,43	118,43	121,28	121,28	124,82	
não recicl. Kg/M²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
EUROS/M²	7,64	5,76	6,23	4,35	5,16	5,11	6,39	5,70	5,59	4,21	5,73	5,84	5,64	
<b>Indicador (Consumo por convidado)</b>														
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média	
TEP/1000 conv.	0,47	0,42	0,41	0,30	0,37	0,43	0,48	0,40	0,42	0,33	0,32	0,26	0,41	
M³(água)/1000conv.	2,30	2,66	2,10	1,84	2,80	2,89	2,49	2,18	2,29	2,13	2,16	1,56	2,24	
não rec. Kg/1000conv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
EUROS/1000conv.	141,29	122,61	122,28	75,01	101,50	103,66	117,53	92,04	108,10	75,65	102,28	74,84	103,07	

## Desempenho (Ambiental e económico) de (2007)



DVD														2007
Dados Gerais														
ABL	30214		Mall			8447,7								
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total	
<b>ENERGIA</b>														
E. Eléctrica (KWh)	554.269	456.447	478.578	480.613	511.624	521.437	598.566	636.758	558.261	539.314	521.426	630.703	6487996	
Diesel (Lts)						450							450	
Gasolina (Lts)													0	
Gás Natural (M³)	12.275	8.074	4.324	1.064	0	0,00	0,00	0,00	0	0	10.405	24.202	60344,02	
<b>ÁGUA</b>														
água M³ (Centro)	923	1003	750	895	711	884	1082	764	852	573	721	1053	10211	
água M³ (estacion.)													0	
água M³ (fugas)													0	
água M³ (total)	923,0	1003,0	750,0	895,0	711,0	884,0	1082,0	764,0	852,0	573,0	721,0	1053,0	10211	
<b>RESÍDUOS</b>														
reciclados (Kg)	16160,0	11802,0	13180,0	11770,0	11080,0	10440,0	16660,0	13400,0	11960,0	15960,0	15360,0	24560,0	172332,0	
não reciclados (KG)	32080,0	22160,0	22320,0	23560,0	23470,0	21580,0	35720,0	20720,0	32460,0	23740,0	29440,0	30360,0	317610,0	
total de resíduos	48240,0	33962,0	35500,0	35330,0	34550,0	32020,0	52380,0	34120,0	44420,0	39700,0	44800,0	54920,0	489942,0	
% reciclados	33,5%	34,8%	37,1%	33,3%	32,1%	32,6%	31,8%	39,3%	26,9%	40,2%	34,3%	44,7%	35,0%	
<b>EUROS</b>														
Euros (E. eléctrica)	45.678,23	37.108,17	37.281,42	32.142,63	35.276,13	39.159,32	45.062,33	43.825,03	38.548,78	32.425,81	35.428,75	37.103,38	459.040,00	
Euros (Diesel)													0,00	
Euros (Gasolina)													0,00	
Euros (M³- Gás)	10.000,00	8.000,00	6.000,00							2.000,00	4.000,00	8.000,00	38.000,00	
Euros (Água)	4.000,00		4.000,00		4.000,00		4.000,00		4.000,00		4.000,00		24.000,00	
Total (Euros)	59.678,23	45.108,17	47.281,42	32.142,63	39.276,13	39.159,32	49.062,33	43.825,03	42.548,78	34.425,81	43.428,75	45.103,38	521.040,00	
<b>Conversões necessárias</b>														2007
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	total	
Conversão Energia em TEP														
E. Eléctrica (KWh)	554269	456447	478578	480613	511624	521437	598566	636758	558261	539314	521426	630703	6487996	
Diesel (Ltr para ton)	0	0	0	0	0	0,37575	0	0	0	0	0	0	0,37575	
Gasolina (Ltr para ton)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
G. Nat. (M³ p/1000M³)	12,275	8,074	4,324	1,064	0	0	0	0	0,00002	0	10,405	24,202	60,34402	
Energia total (TEP)	170,80351	138,99031	142,3333	140,25025	148,37096	151,60939	173,58414	184,65982	161,89571	156,40106	159,74564	202,74951	1931,3936	
<b>Outros Dados</b>														2007
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	total	
tráfego	486187,00	420837	458264	472839	425133	466045	511215	546124	450687	470457	497474	692740	5898002	
<b>Indicadores ambientais (DVD)</b>														
<b>Indicador (consumo por área - mall)</b>														
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média	
TEP/ 1000M²	20,22	16,45	16,85	16,60	17,56	17,95	20,55	21,86	19,16	18,51	18,91	24,00	19,05	
M³(água)/1000M²	109,26	118,73	88,78	105,95	84,16	104,64	128,08	90,44	100,86	67,83	85,35	124,65	100,73	
não recicl. Kg/M²	3,80	2,62	2,64	2,79	2,78	2,55	4,23	2,45	3,84	2,81	3,48	3,59	3,13	
EUROS/M²	7,06	5,34	5,60	3,80	4,65	4,64	5,81	5,19	5,04	4,08	5,14	5,34	5,14	
<b>Indicador (Consumo por convidado)</b>														
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média	
TEP/ 1000 conv.	0,35	0,33	0,31	0,30	0,35	0,33	0,34	0,34	0,36	0,33	0,32	0,29	0,35	
M³(água)/1000conv.	1,90	2,38	1,64	1,89	1,67	1,90	2,12	1,40	1,89	1,22	1,45	1,52	1,91	
não rec. Kg/1000conv	65,98	52,66	48,71	49,83	55,21	46,30	69,87	37,94	72,02	50,46	59,18	43,83	54,33	
EUROS/1000conv.	122,75	107,19	103,18	67,98	92,39	84,02	95,97	80,25	94,41	73,18	87,30	65,11	89,48	



	Desempenho (Ambiental e económico) de (2006)												<div><div><div>CENTRO COMERCIAL</div><div>DOLCE VITA</div><div>BOURO</div></div><div><div>CENTRO COMERCIAL</div><div>DOLCE VITA</div><div>PORTO</div></div><div><div>CENTRO COMERCIAL</div><div>DOLCE VITA</div><div>COIMBRA</div></div></div>		
DVP	Dados Gerais													2006	
ABL	39000		Mall			13456									
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total		
ENERGIA															
E. Electrica (KWh)	886.831	939.295	888.288	899.589	971.121	1.151.850	1.133.707	1.227.825	1.157.739	998.719	949.099	833.596	12037659		
Diesel (Lts)													0		
Gasolina (Lts)													0		
Gás Natural (M³)													0		
ÁGUA															
água M³ (Centro)	1767	1640	2411	1595	1611	1817	1932	2123	1533	1480	1506	1890	21305		
água M³ (estacion.)													0		
água M³ (fugas)													0		
água M³ (total)	1767,0	1640,0	2411,0	1595,0	1611,0	1817,0	1932,0	2123,0	1533,0	1480,0	1506,0	1890,0	21305		
RESÍDUOS															
recicladados (Kg)													176104		
não reciclados (KG)													570426		
total de resíduos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	746530,0		
% reciclados	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	23,6%		
EUROS													% média		
Euros (E. eléctrica)	65.560,23	69.059,48	69.528,11	66.347,44	68.240,75	79.788,80	75.142,36	80.670,42	76.780,46	65.010,18	62.751,28	56.556,01	835.435,52		
Euros (Diesel)													0,00		
Euros (Gasolina)													0,00		
Euros (M³- Gás)													0,00		
Euros (Água)	4.621,62	4.621,62	2.693,75	2.693,75	7.871,52	7.871,52	6.894,07	6.894,07	6.996,35	6.996,35	4.712,50	4.712,50	67.579,62		
Total (Euros)	70.181,85	73.681,10	72.221,86	69.041,19	76.112,27	87.660,32	82.036,43	87.564,49	83.776,81	72.006,53	67.463,78	61.268,51	903.015,14		
Conversões necessárias													2006		
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	total		
Conversão Energia em TEP															
E. Electrica (KWh)	886831	939295	888288	899589	971121	1151850	1133707	1227825	1157739	998719	949099	833596	12037659		
Diesel (Litr para ton)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Gasolina (Litr para ton)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
G. Nat. (M³ p/1000M³)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Energia total (TEP)	257,18099	272,39555	257,60352	260,88081	281,62509	334,0365	328,77503	356,06925	335,74431	289,62851	275,23871	241,74284	3490,9211		
Outros Dados													2006		
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	total		
tráfego	684603,00	588051	640269	776674	623168	620325	743734	773596	647580	644674	610707	898381	8251762		
	Indicadores ambientais (DVP)														
	<div><div><div>CENTRO COMERCIAL</div><div>DOLCE VITA</div><div>BOURO</div></div><div><div>CENTRO COMERCIAL</div><div>DOLCE VITA</div><div>PORTO</div></div><div><div>CENTRO COMERCIAL</div><div>DOLCE VITA</div><div>COIMBRA</div></div></div>														
Indicador (consumo por área - mall)															
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média		
TEP/ 1000M²	19,11	20,24	19,14	19,39	20,93	24,82	24,43	26,46	24,95	21,52	20,45	17,97	21,62		
M³(água)/1000M²	131,32	121,88	179,18	118,53	119,72	135,03	143,58	157,77	113,93	109,99	111,92	140,46	131,94		
não recicl. Kg/M²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
EUROS/M²	5,22	5,48	5,37	5,13	5,66	6,51	6,10	6,51	6,23	5,35	5,01	4,55	5,59		
Indicador (Consumo por convidado)															
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média		
TEP/ 1000 conv.	0,38	0,46	0,40	0,34	0,45	0,54	0,44	0,46	0,52	0,45	0,45	0,27	0,42		
M³(água)/1000conv.	2,58	2,79	3,77	2,05	2,59	2,93	2,60	2,74	2,37	2,30	2,47	2,10	2,58		
não rec. Kg/1000conv	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
EUROS/1000conv.	102,51	125,30	112,80	88,89	122,14	141,31	110,30	113,19	129,37	111,69	110,47	68,20	111,35		

	Desempenho (Ambiental e económico) de (2007)												<div><div><div>DOLCE VITA</div><div>BOURG</div></div><div><div><div>DOLCE VITA</div><div>PORTO</div></div><div><div><div>DOLCE VITA</div><div>COIMBRA</div></div></div></div></div>		
DVP	Dados Gerais													2007	
ABL	39000			Mall			13456								
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total		
ENERGIA															
E. Electrica (KWh)	784.762	710.842	802.163	775.396	812.087	839.234	996.777	1.000.594	870.625	823.111	758.160	746.419	9920170		
Diesel (Lts)													0		
Gasolina (Lts)													0		
Gás Natural (M³)													0		
ÁGUA															
água M³ (Centro)	1483	1386	1597	1566	1801	1552	1529	1424	1089	1037	1215	1253	16933,436		
água M³ (estacion.)													0		
água M³ (fugas)	67,4	32,0	92,0	90,6	56,0	58,0	93,0	100,9	24,8	59,5	131,1	65,4	871		
água M³ (total)	1550,7	1418,4	1689,0	1656,6	1857,0	1610,0	1622,0	1524,9	1113,8	1096,5	1346,4	1318,8	17804		
RESÍDUOS															
reciclados (Kg)	19130,0	15284,0	19263,0	17274,0	16888,0	17130,0	20335,0	18567,0	14972,0	20276,0	20046,0	14767,0	213932,0		
não reciclados (KG)	53202,0	36329,5	58882,0	45680,0	56293,0	51384,5	50833,0	46279,0	55704,0	49887,5	35653,5	53133,5	593261,5		
total de resíduos	72332,0	51613,5	78145,0	62954,0	73181,0	68514,5	71168,0	64846,0	70676,0	70163,5	55699,5	67900,5	807193,5		
% reciclados	26,4%	29,6%	24,7%	27,4%	23,1%	25,0%	28,6%	28,6%	21,2%	28,9%	36,0%	21,7%	26,5%		
EUROS															
Euros (E. eléctrica)	63.320,10	62.605,56	57.611,53	58.362,67	57.868,31	62.658,33	67.371,11	67.371,11	67.371,11	54.175,43	55.829,46	54.179,47	728.724,19		
Euros (Diesel)													0,00		
Euros (Gasolina)													0,00		
Euros (M³- Gás)													0,00		
Euros (Água)	5.889,57	5.889,57	4.854,50	4.854,50	3.879,91	3.879,91	5.384,02	5.384,02	5.078,89	5.078,89	6.436,26	6.436,26	63.046,28		
Total (Euros)	69.209,67	68.495,13	62.466,03	63.217,17	61.748,22	66.538,24	72.755,13	72.755,13	72.450,00	59.254,32	62.265,72	60.615,73	791.770,47		
Conversões necessárias														2007	
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	total		
Conversão Energia em TEP															
E. Electrica (KWh)	784762	710842	802163	775396	812087	839234	996777	1000594	870625	823111	758160	746419	9920170		
Diesel (Litr para ton)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Gasolina (Litr para ton)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
G. Nat. (M³ p/1000M³)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Energia total (TEP)	227,58098	206,14418	232,62727	224,86484	235,50523	243,37786	289,06533	290,17226	252,48125	238,70219	219,8664	216,46151	2876,8493		
Outros Dados														2007	
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	total		
tráfego	661101	606232	632904	659932	665731	654005	728650	705763	645481	595240	642195	845806	8043040		
	Indicadores ambientais (DVP)													<div><div><div>DOLCE VITA</div><div>BOURG</div></div><div><div><div>DOLCE VITA</div><div>PORTO</div></div><div><div><div>DOLCE VITA</div><div>COIMBRA</div></div></div></div></div>	
Indicador (consumo por área - mall)															
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média		
TEP/ 1000M²	16,91	15,32	17,29	16,71	17,50	18,09	21,48	21,56	18,76	17,74	16,34	16,09	17,82		
M³(água)/M²	115,24	105,41	125,52	123,11	138,01	119,65	120,54	113,32	82,77	81,49	100,06	98,01	110,26		
não recil. Kg/M²	3,95	2,70	4,38	3,39	4,18	3,82	3,78	3,44	4,14	3,71	2,65	3,95	3,67		
EUROS/M²	5,14	5,09	4,64	4,70	4,59	4,94	5,41	5,41	5,38	4,40	4,63	4,50	4,90		
Indicador (Consumo por convidado)															
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média		
TEP/ 1000 conv.	0,34	0,34	0,37	0,34	0,35	0,37	0,40	0,41	0,39	0,40	0,34	0,26	0,36		
M³(água)/1000conv.	2,35	2,34	2,67	2,51	2,79	2,46	2,23	2,16	1,73	1,84	2,10	1,56	2,11		
não rec. Kg/1000conv	80,47	59,93	93,03	69,22	84,56	78,57	69,76	65,57	86,30	83,81	55,52	62,82	74,13		
EUROS/1000conv.	104,69	112,99	98,70	95,79	92,75	101,74	99,85	103,09	112,24	99,55	96,96	71,67	99,17		

## Desempenho (Ambiental e económico) de (2006)

DVC 2006

ABL	38055		Mall			9003							
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
ENERGIA													
E. Electrica (KWh)	690.953	641.569	637.637	893.094	789.568	953.308	953.628	1.014.667	964.398	883.994	847.397	720.976	9991189
Diesel (Lts)													0
Gasolina (Lts)													0
Gás Natural (M³)													0
ÁGUA													
água M³ (Centro)	1194	1543	1391	1658	2723	1754	2537	1826	2779	1173	1240	1565	21383
água M³ (estacion.)													0
água M³ (fugas)													0
água M³ (total)	1194,0	1543,0	1391,0	1658,0	2723,0	1754,0	2537,0	1826,0	2779,0	1173,0	1240,0	1565,0	21383
RESÍDUOS													
recicladados (Kg)													182971
não reciclados (KG)													578340
total de resíduos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	761311,0
% reciclados	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	24,0%
EUROS													% média
Euros (E. eléctrica)	51.428,01	48.713,43	47.162,43	61.332,82	55.885,01	69.502,30	70.505,70	74.785,08	69.607,59	57.959,41	58.249,30	48.210,96	713.342,04
Euros (Diesel)													0,00
Euros (Gasolina)													0,00
Euros (M³- Gás)													0,00
Euros (Água)	3.990,87	3.990,87	3.936,51	3.936,51	3.629,38	3.629,38	4.383,73	4.383,73	3.304,02	3.304,02	2.967,35	2.967,35	44.423,72
Total (Euros)	55.418,88	52.704,30	51.098,94	65.269,33	59.514,39	73.131,68	74.889,43	79.168,81	72.911,61	61.263,43	61.216,65	51.178,31	757.765,76

Conversões necessárias													total
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
Conversão Energia em TEP													
E. Electrica (KWh)	690953	641569	637637	893094	789568	953308	953628	1014667	964398	883994	847397	720976	9991189
Diesel (Ltr para ton)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gasolina (Ltr para ton)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G. Nat. (M³ p/1000M³)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energia total (TEP)	200,37637	186,05501	184,91473	258,99726	228,97472	276,45932	276,55212	294,25343	279,67542	256,35826	245,74513	209,08304	2897,4448

Outros Dados													total
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
tráfego	800674	735939	833840	853006	704258	689187	698995	598787	751438	755494	737918	884389	9043925

## Indicadores ambientais (DVC)



Indicador (consumo por área - mall)													Média
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
TEP/1000M²	22,26	20,67	20,54	28,77	25,43	30,71	30,72	32,68	31,06	28,47	27,30	23,22	26,82
M³(água)/1000M²	132,62	171,39	154,50	184,16	302,45	194,82	281,79	202,82	308,67	130,29	137,73	173,83	197,92
não recicl. Kg/M²	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EUROS/M²	6,16	5,85	5,68	7,25	6,61	8,12	8,32	8,79	8,10	6,80	6,80	5,68	7,01
Indicador (Consumo por convidado)													Média
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	
TEP/1000 conv.	0,25	0,25	0,22	0,30	0,33	0,40	0,40	0,49	0,37	0,34	0,33	0,24	0,32
M³(água)/1000conv.	1,49	2,10	1,67	1,94	3,87	2,55	3,63	3,05	3,70	1,55	1,68	1,77	2,36
não rec. Kg/1000conv.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
EUROS/1000conv.	69,22	71,62	61,28	76,52	84,51	106,11	107,14	132,22	97,03	81,09	82,96	57,87	85,63

## Comparação final entre DVs

DVS consumo /M²					2006		
	Dados económicos		Dados Ambientais				
	EUROS/M²*	TEP/1000M²	% reciclados	M³/1000M²			
DVD	5,64	21,06	35,21%	124,82			
DVC	7,01	26,82	24,03%	197,92			
DVP	5,59	21,62	23,59%	131,94			

## Desempenho (Ambiental e económico) de (2007)



DVC														2007	
Dados Gerais															
ABL	38055		Mall			9003									
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total		
ENERGIA															
E. Electrica (KWh)	675.007	635.618	676.194	750.379	807.040	853.952	993.823	945.358	949.498	889.380	761.814	655.651	9593714		
Diesel (Lts)	34	34	34,25	34,25	34,25	0	22,83	38,35	59,17	34,20	29,25	0,00	355,05		
Gasolina (Lts)													0		
Gás Natural (M³)	54	92	0	0							31	245	422		
ÁGUA															
água M³ (Centro)	1472	1355	1437	1195	1656	1318	2401	1728	2401	1910	1615	1803	20291		
água M³ (estacion.)	10,0	7,0	8,0	9,0	13,0	15,0	10,0	9,0	10,0	7,0	7,0	8,0	113		
água M³ (fugas)													0		
água M³ (total)	1482,0	1362,0	1445,0	1204,0	1669,0	1333,0	2411,0	1737,0	2411,0	1917,0	1622,0	1811,0	20404		
RESÍDUOS															
recicladados (Kg)	17240,0	18560,0	19140,0	16720,0	18105,0	15670,0	17540,0	20270,0	19400,0	22220,0	25360,0	24820,0	235045,0		
não reciclados (KG)	52463,0	45083,0	49223,0	50083,2	51503,0	51803,0	52063,0	46543,0	42323,0	49763,0	51763,0	48293,0	590906,2		
total de resíduos	69703,0	63643,0	68363,0	66803,2	69608,0	67473,0	69603,0	66813,0	61723,0	71983,0	77123,0	73113,0	825951,2		
% reciclados	24,7%	29,2%	28,0%	25,0%	26,0%	23,2%	25,2%	30,3%	31,4%	30,9%	32,9%	33,9%	28,5%		
EUROS															
Euros (E. eléctrica)	53.115,26	53.791,46	51.261,75	54.858,33	53.654,22	64.717,26	71.168,12	68.824,71	65.931,56	58.147,57	54.649,90	48.795,34	698.915,48		
Euros (Diesel)													0,00		
Euros (Gasolina)													0,00		
Euros(M³- Gás)													0,00		
Euros (Água)	6.164,79		5.834,03		5.043,82	64,00	4.941,76	93,84	7.492,44	188,16	8.464,60	200,69	38.488,13		
Total (Euros)	59.280,05	53.791,46	57.095,78	54.858,33	58.698,04	64.781,26	76.109,88	68.918,55	73.424,00	58.335,73	63.114,50	48.996,03	737.403,61		
Conversões necessárias														2007	
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	total		
Conversão Energia em TEP															
E. Electrica (KWh)	675007	635618	676194	750379	807040	853952	993823	945358	949498	889380	761814	655651	9593714		
Diesel (Ltr para ton)	0,0285988	0,0285988	0,0285988	0,0285988	0,0285988	0	0,01906305	0,0320223	0,049407	0,028557	0,0244238	0	0,2964668		
Gasolina (Ltr para ton)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
G. Nat. (M³ p/1000M³)	0,054	0,092	0	0	0	0	0	0	0	0	0,031	0,245	0,422		
Energia total (TEP)	195,8262	184,43455	196,12615	217,6398	234,07149	247,64608	288,228591	274,18728	275,40605	257,95004	220,977	190,33969	2782,8329		
Outros Dados														2007	
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	total		
tráfego	782319	658169	729188	732906	762937	711989	699545	589407	703883	755792	760560	946271	8832966		
Indicadores ambientais (DVD)															
<div><div><div>CENTRO COMERCIAL® DOLCE VITA BOURO</div></div><div><div>CENTRO COMERCIAL® DOLCE VITA PORTO</div></div><div><div>CENTRO COMERCIAL® DOLCE VITA COIMBRA</div></div></div>															
Indicador (consumo por área - mall)															
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média		
TEP/1000M²	21,75	20,49	21,78	24,17	26,00	27,51	32,01	30,46	30,59	28,65	24,54	21,14	25,76		
M³(água)/1000M²	164,61	151,28	160,50	133,73	185,38	148,06	267,80	192,94	267,80	212,93	180,16	201,16	188,86		
não recicl. Kg/M²	5,83	5,01	5,47	5,56	5,72	5,75	5,78	5,17	4,70	5,53	5,75	5,36	5,47		
EUROS/M²	6,58	5,97	6,34	6,09	6,52	7,20	8,45	7,66	8,16	6,48	7,01	5,44	6,83		
Indicador (Consumo por convidado)															
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Média		
TEP/1000 conv.	0,25	0,28	0,27	0,30	0,31	0,35	0,41	0,47	0,39	0,34	0,29	0,20	0,32		
M³(água)/1000conv.	1,89	2,07	1,98	1,64	2,19	1,87	3,45	2,95	3,43	2,54	2,13	1,91	2,31		
não rec. Kg/1000conv	67,06	68,50	67,50	68,34	67,51	72,76	74,42	78,97	60,13	65,84	68,06	51,04	67,51		
EUROS/1000conv.	75,77	81,73	78,30	74,85	76,94	90,99	108,80	116,93	104,31	77,18	82,98	51,78	85,05		

## Comparação final entre DVs

DVS consumo /M <sup>2</sup>					2007
	Dados económicos		Dados Ambientais		
	EUROS/M2*	TEP/1000M2	% reciclados	M3/1000M2	
DVD	5,14	19,05	35,05%	100,73	
DVC	6,83	25,76	28,46%	188,86	
DVP	4,90	17,82	26,50%	110,26	



## **Anexo IV**

### **Histograma de energia térmica do DVB**

(Dados fornecidos pela empresa Paulo Queiroz de Faria (PQF) Engº Consultores)



## CÁLCULO DOS CONSUMOS MÉDIOS ENERGÉTICOS COM PRODUÇÃO DIRECTA

### 1. HISTOGRAMAS:

DIA DE PROJECTO		DIA MÉDIO		INVERNO	
HORAS	Q (kW)	HORAS	Q (kW)	HORAS	Q (kW)
00:00	0	00:00	0	00:00	0
01:00	0	01:00	0	01:00	0
02:00	0	02:00	0	02:00	0
03:00	0	03:00	0	03:00	0
04:00	0	04:00	0	04:00	0
05:00	0	05:00	0	05:00	0
06:00	0	06:00	0	06:00	0
07:00	0	07:00	0	07:00	0
08:00	0	08:00	0	08:00	0
09:00	3.535	09:00	2.564	09:00	1.902
10:00	5.788	10:00	4.222	10:00	3.149
11:00	7.116	11:00	5.417	11:00	4.212
12:00	9.108	12:00	7.210	12:00	5.805
13:00	9.108	13:00	7.210	13:00	5.805
14:00	9.725	14:00	7.518	14:00	5.928
15:00	9.725	15:00	7.518	15:00	5.928
16:00	9.416	16:00	7.364	16:00	5.868
17:00	9.416	17:00	7.364	17:00	5.868
18:00	9.108	18:00	7.210	18:00	5.805
19:00	9.108	19:00	7.210	19:00	5.805
20:00	9.725	20:00	7.518	20:00	5.928
21:00	7.733	21:00	5.726	21:00	4.335
22:00	5.171	22:00	3.913	22:00	3.026
23:00	3.843	23:00	2.718	23:00	1.964

**TOTAIS**    117.625    kWh (Dia)    90.682    kWh (Dia)    71.328    kWh (Dia)    (Energia térmica consumida diariamente)

### 2. DADOS DE CÁLCULO:

CHILLER:	COP (Dia)	COP (Noite)	Coeficientes C.Térmicas	
	2,5	2,8	0,813	MEIA ESTAÇÃO
POTÊNCIA ARREF. (kW)	9.725		0,669	INVERNO

BOMBAS	CHILLER	TORRE
CAUDAL (m³/h)	1.672,7	1.359,1
Dp (m.c.a.)	30	0
POT.(kW)	273,21	0,00

TORRE ARREFECIMENTO	POT.(kW)	Dt (°C)
	12.643	8
POT.ABSORVIDA (kW)	0	

Nº DE DIAS ANUAIS DE:	UTES	SÁBADOS	DOMINGOS	MESES
PROJECTO	66	12	12	3
MEIA ESTAÇÃO	129	28	28	6
INVERNO	66	12	12	3
SABADOS	s			
DOMINGOS	s	365		12

### 3. CONSUMOS ELÉCTRICOS DIÁRIOS:

HORAS	DIA DE PROJECTO (VERÃO)			DIA MÉDIO (VERÃO)			INVERNO		
	CHILLER (kWh)	BOMBAS (kWh)	TORRE (kWh)	CHILLER (kWh)	BOMBAS (kWh)	TORRE (kWh)	CHILLER (kWh)	BOMBAS (kWh)	TORRE (kWh)
00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
01:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
02:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
03:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
05:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:00	1.414	273	0	1.026	273	0	679	273	0
10:00	2.315	273	0	1.689	273	0	1.125	273	0
11:00	2.846	273	0	2.167	273	0	1.504	273	0
12:00	3.643	273	0	2.884	273	0	2.073	273	0
13:00	3.643	273	0	2.884	273	0	2.073	273	0
14:00	3.890	273	0	3.007	273	0	2.117	273	0
15:00	3.890	273	0	3.007	273	0	2.117	273	0
16:00	3.766	273	0	2.946	273	0	2.096	273	0
17:00	3.766	273	0	2.946	273	0	2.096	273	0
18:00	3.643	273	0	2.884	273	0	2.073	273	0
19:00	3.643	273	0	2.884	273	0	2.073	273	0
20:00	3.890	273	0	3.007	273	0	2.117	273	0
21:00	2.762	273	0	2.045	273	0	1.548	273	0
22:00	1.847	273	0	1.398	273	0	1.081	273	0
23:00	1.373	273	0	971	273	0	701	273	0

**TOTAIS**    46.332    4.098    0    35.743    4.098    0    25.474    4.098    0    (Energia eléctrica consumida diariamente) - kWh  
**H.PONTA**    2.465    1.900    1.764

SIMBOLOGIA	
	HORAS VAZIAS
	HORAS CHEIAS
	HORAS DE PONTA

## CÁLCULO DOS CONSUMOS MÉDIOS ENERGÉTICOS COM ACUMULAÇÃO FRIGORÍFICA

### 1. ENERGIA TÉRMICA FORNECIDA (CHILLER + BANCOS DE GELO):

HORAS	DIA DE PROJECTO		DIA MÉDIO		INVERNO	
	CHILLER (kW)	BANCOS (kW)	CHILLER (kW)	BANCOS (kW)	CHILLER (kW)	BANCOS (kW)
00:00	5.304		5.304		5.304	
01:00	5.304		5.304		5.304	
02:00	5.304		5.304		5.304	
03:00	5.304		5.304		5.304	
04:00	5.304		5.304		5.304	
05:00	5.304		5.304		5.304	
06:00	5.304		91		3.357	
07:00	5.183		0		3.356	
08:00	0	0	0	0	0	0
09:00	0	3.535	0	2.564	0	1.902
10:00	0	5.788	0	4.222	0	3.149
11:00	0	7.116	0	5.417	0	4.212
12:00	6.630	2.478	6.630	580	5.805	0
13:00	6.630	2.478	6.630	580	5.805	0
14:00	6.630	3.095	6.630	888	5.928	0
15:00	6.630	3.095	6.630	888	5.928	0
16:00	6.630	2.786	6.630	734	0	5.868
17:00	6.630	2.786	6.630	734	0	5.868
18:00	6.630	2.478	6.630	580	0	5.805
19:00	6.630	2.478	0	7.210	0	5.805
20:00	6.630	3.095	0	7.518	0	5.928
21:00	6.630	1.103	5.726	0	4.335	0
22:00	5.171	0	3.913	0	3.026	0
23:00	3.843	0	2.718	0	1.964	0
<b>TOTAIS</b>	<b>117.625</b>	<b>42.311</b>	<b>90.682</b>	<b>31.915</b>	<b>71.328</b>	<b>38.537</b>
<b>DIF.</b>	<b>0</b>		<b>0</b>		<b>0</b>	

### 2. DADOS DE CÁLCULO:

CHILLER:	COP (Dia)	COP (Noite)
	2,5	2,8

POTÊNCIA ARREF. (kW)	
PRODUÇÃO DIRECTA	GELO
6.630	5.304

BANCOS DE GELO	
MODELO	1190
Nº DE TANQUES	80
ENERG. ARMAZENADA (kWh)	42.311

BOMBAS	CHILLER	TORRE	BANCOS
CAUDAL (m³/h)	1.140,4	926,5	1.234,0
Dp (m c.a.)	30	0	30
POT.(kW)	186	0	202

TORRE	POT.(kW)	Dt (°C)
ARREFECIMENTO	8.619	8
POT.ABSORVIDA (kW)	0	

(Energia térmica consumida diariamente - kWh)

## CÁLCULO DOS CONSUMOS MÉDIOS ENERGÉTICOS COM ACUMULAÇÃO FRIGORÍFICA

### 3. CONSUMOS ELÉCTRICOS DIÁRIOS:

HORAS	DIA DE PROJECTO (VERÃO)			DIA MÉDIO (VERÃO)			INVERNO		
	CHILLER (kWh)	BOMBAS (kWh)	TORRE (kWh)	CHILLER (kWh)	BOMBAS (kWh)	TORRE (kWh)	CHILLER (kWh)	BOMBAS (kWh)	TORRE (kWh)
00:00	1.894	186	0	1.894	186	0	1.894	186	0
01:00	1.894	186	0	1.894	186	0	1.894	186	0
02:00	1.894	186	0	1.894	186	0	1.894	186	0
03:00	1.894	186	0	1.894	186	0	1.894	186	0
04:00	1.894	186	0	1.894	186	0	1.894	186	0
05:00	1.894	186	0	1.894	186	0	1.894	186	0
06:00	1.894	186	0	33	186	0	1.199	186	0
07:00	1.851	186	0	0	0	0	1.199	186	0
08:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09:00	0	202	0	0	202	0	0	202	0
10:00	0	202	0	0	202	0	0	202	0
11:00	0	202	0	0	202	0	0	202	0
12:00	2.652	388	0	2.368	388	0	2.073	388	0
13:00	2.652	388	0	2.368	388	0	2.073	388	0
14:00	2.652	388	0	2.368	388	0	2.117	388	0
15:00	2.652	388	0	2.368	388	0	2.117	388	0
16:00	2.652	388	0	2.368	388	0	0	202	0
17:00	2.652	388	0	2.368	388	0	0	202	0
18:00	2.652	388	0	2.368	388	0	0	202	0
19:00	2.652	388	0	0	202	0	0	202	0
20:00	2.652	388	0	0	202	0	0	202	0
21:00	2.652	388	0	2.045	388	0	1.548	388	0
22:00	2.068	388	0	1.398	388	0	1.081	388	0
23:00	1.537	388	0	971	388	0	701	388	0
<b>TOTAIS</b>	<b>45.237</b>	<b>6.748</b>	<b>0</b>	<b>32.386</b>	<b>6.190</b>	<b>0</b>	<b>25.474</b>	<b>5.817</b>	<b>0</b>
<b>H.PONTA</b>		<b>202</b>			<b>202</b>			<b>202</b>	

(Energia eléctrica consumida diariamente) - kWh  
(Potência eléctrica diária eléctrica) - kW



## **Anexo V**

### **HORÁRIO DE UTILIZAÇÃO DOS ELEVADORES NO CC**

(Dados fornecidos pela empresa LMSA)

horas	Horário Utilização Elevadores									
	Segunda a Sexta	Potencia (8 KW)	Potência (12Kw)		Sábado		Domingo e Feriados		Potencia (8 KW)	Potencia (12 KW)
		8	12						8	12
	%	KWh	KWh	€ / kWh	%	€ / kWh	%	€ / kWh	KWh	KWh
0,00	0%			0,048	0%	0,048	0%	0,048		
1,00	0%			0,048	0%	0,048	0%	0,048		
2,00	0%			0,048	0%	0,048	0%	0,048		
3,00	0%			0,048	0%	0,048	0%	0,048		
4,00	0%			0,048	0%	0,048	0%	0,048		
5,00	0%			0,048	0%	0,048	0%	0,048		
6,00	0%			0,048	0%	0,048	0%	0,048		
7,00	0%			0,0765	0%	0,048	0%	0,048		
8,00	0%			0,0765	0%	0,048	0%	0,048		
9,00	25%	2	3	0,114	25%	0,0765	25%	0,048	2	3
10,00	75%	6	9	0,114	75%	0,0765	75%	0,048	6	9
11,00	75%	6	9	0,114	75%	0,0765	75%	0,048	6	9
12,00	85%	7	10	0,0765	85%	0,0765	85%	0,048	7	10
13,00	100%	8	12	0,0765	100%	0,0765	100%	0,048	8	12
14,00	100%	8	12	0,0765	100%	0,048	100%	0,048	8	12
15,00	75%	6	9	0,0765	100%	0,048	100%	0,048	8	12
16,00	75%	6	9	0,0765	100%	0,048	100%	0,048	8	12
17,00	100%	8	12	0,0765	100%	0,048	100%	0,048	8	12
18,00	100%	8	12	0,0765	100%	0,048	100%	0,048	8	12
19,00	100%	8	12	0,0765	100%	0,048	100%	0,048	8	12
20,00	100%	8	12	0,0765	100%	0,0765	100%	0,048	8	12
21,00	100%	8	12	0,0765	100%	0,0765	100%	0,048	8	12
22,00	100%	8	12	0,0765	100%	0,048	100%	0,048	8	12
23,00	75%	6	9	0,0765	75%	0,048	75%	0,048	6	9
		103	154	0,084		0,061		0,048	107	160

horas de vazio

cheia

ponta

## **Anexo VI**

Tabelas da Análise económica dos critérios seleccionados



Wor1 Unidade sem água	Inflação																			
	de 0 a 5				de 6 a 10				de 11-15				16 a 20							
	150%				200%				250%				2000%							
	0				1				2				2							
	de 0 a 5				de 6 a 10				de 11-15				16 a 20							
Inflação de 5 anos em 5 anos																				
Inflação de 5 anos em 5 anos																				
Energia																				
Tx de crescimento Energia																				
Tx de crescimento Energia																				
Água																				
TX cres.Água - p/ 5 ANOS																				
TX de crescimento Água																				
TX para VAL - 20																				
TX para VAL - 15																				
TIR 1-10 Anos																				
TIR 2-15 Anos																				
TIR 3-10 Anos																				

Investimento / Substituição																				
	0				1				2											
	14.993				8.665,59				-6.327,41											
	0				0				0											
	de 0 a 5				de 6 a 10				de 11-15				16 a 20							
Inputs																				
Proposta base																				
Diferença																				
Consumo Energia																				
Input																				
Proposta base																				
Diferença																				
Manutenção/Materiais																				
Input																				
Proposta Base																				
Diferença																				
Consumo Água																				
inputs anuais																				
inputs anuais																				
Diferença																				
Engargos Financeiros																				
Inputs anuais																				

Cash Flow (Fluxo de Caixa Anual) do investimento																				
Cash Flow Acumulado (Fluxo de Caixa Acumulado)/ Pay-back simplificado																				

Net Present Value (Valor Actual Líquido) 1																			
Atualização de fluxos anuais a 1x para VAL 1																			
Somatório de fluxos - VAL 1 - Pay-back Atualizado Taxa 1																			
Net Present Value (Valor Actual Líquido) 2																			
Atualização de fluxos anuais a 1x para VAL 2																			
Somatório de fluxos - VAL 2 - Pay-back Atualizado Taxa 2																			

TIR 1 - DEMONSTRAÇÃO																			
Atualização de fluxos anuais a 1x para VAL 2																			
Somatório de fluxos - VAL 2																			
TIR 2 - DEMONSTRAÇÃO																			
Atualização de fluxos anuais a 1x para VAL 2																			
Somatório de fluxos - VAL 2																			
TIR 3 - DEMONSTRAÇÃO																			
Atualização de fluxos anuais a 1x para VAL 2																			
Somatório de fluxos - VAL 2																			

Presupostos para financiamento		1		2	
Periodo	0				
Invest. Cost	6.327				
% de Financ.	70%				
Parte Financ.	4.429				
Início	1				
Periodo ret.	15				
Taxa de Juro	450%				
pagt. fixo	433,26				

PLANO DE PAGAMENTO DE FINANCIAMENTO

PERÍODOS		1		2																	
Financiamento		0		1		2															
Início		4.429,19		4.429,19		4.195,24															
Juros		199,31		188,79		-433,26															
Pagt. Fixo		4.429,19		4.195,24		3.950,76															
Fim		4.429,19		4.195,24		3.950,76															



wat4 Shut-off	Inflação	de 0 a 5	de 6 a 10	de 11-15	16 a 20																			
	Inflação de 5 anos em 5 anos	1.50%	2.00%	2.50%	2.00%	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
			0	1	2	1.046	1.061	1.077	1.099	1.121	1.143	1.166	1.189	1.219	1.250	1.281	1.313	1.346	1.373	1.400	1.428	1.457	1.486	
	Inflação de 5 anos em 5 anos			1.00%	1.01%																			
	Energia	de 0 a 5	de 6 a 10	de 11-15	16 a 20																			
	Tx de crescimento Energia	0.40%	0.40%	0.30%	0.20%																			
			0	1	2	1.012	1.016	1.020	1.024	1.028	1.032	1.037	1.041	1.044	1.047	1.050	1.053	1.056	1.059	1.061	1.063	1.065	1.067	
	Tx de crescimento Energia		1.00%	1.00%	1.00%																			
	Água	de 0 a 5	de 6 a 10	de 11-15	16 a 20																			
	TX cres Água - p/ 5 ANOS	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%																			
			0	1	2	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	
	Tx de crescimento Água		1.00%	1.00%	1.00%																			
	Tx para VAL - 20	5%	4.283.22																					
	Tx para VAL - 15	5%	2.118.31																					
	Tir 2-10 Anos	0.120																						
	Tir 2-15 Anos	0.098																						
TIR 3-10 Anos	0.040																							

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Proposta Nova	Investimento / Substituição	5.400,00																				
	inputs	0,00																				
	Proposta base	-5.400,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Proposta Nova	Consumo Energia																					
	input	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Proposta base	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Proposta nova	Manutenção/Materials																					
	input	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Proposta Base	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Proposta Nova	Consumo Água																					
	inputs anuais	729	739.99	751.09	762.36	773.80	785.40	801.11	817.13	833.47	850.14	867.15	888.83	911.05	933.82	957.17	981.10	1.000.72	1.020.73	1.041.15	1.061.97	1.083.21
	Proposta Base	0	739.99	751.09	762.36	773.80	785.40	801.11	817.13	833.47	850.14	867.15	888.83	911.05	933.82	957.17	981.10	1.000.72	1.020.73	1.041.15	1.061.97	1.083.21
Encargos financeiros																						
	inputs anuais		170.10	161.12	151.73	141.91	131.66	120.95	109.75	98.05	85.82	73.05	59.69	45.74	31.16	15.92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Cash Flow (Fluxo de Caixa Anual) do Investimento	-5.400,00	569.89	589.98	610.63	631.88	653.74	680.16	707.38	735.42	764.32	794.10	829.13	865.31	902.66	941.25	981.10	1.000.72	1.020.73	1.041.15	1.061.97	1.083.21
Cash Flow Acumulado (Fluxo de Caixa Acumulado)/ PayBack simplificado	-5.400,00	-4.830.11	-4.240.13	-3.629.49	-2.997.61	-2.343.87	-1.663.71	-956.33	-220.90	543.42	1.337.52	2.166.65	3.031.96	3.934.62	4.875.87	5.856.96	6.857.68	7.878.42	8.919.57	9.981.54	11.064.75

Net Present Value (Valor Atual Líquido) 1																						
Atualização de fluxos anuais a Tx para VAL 1	-5.400,00	542,76	535,13	527,49	519,85	512,22	507,55	502,72	497,76	492,69	487,51	484,78	481,83	478,70	475,39	471,92	468,44	464,94	461,44	457,94	454,44	450,94
Somatório de fluxos - VAL 1 - Pay back Atualizado Taxa 1	-5.400,00	-4.857,24	-4.322,12	-3.794,63	-3.274,78	-2.762,56	-2.255,01	-1.752,28	-1.254,52	-761,83	-274,32	210,45	692,29	1.170,99	1.646,38	2.118,31	2.576,75	3.022,09	3.454,71	3.874,97	4.283,22	4.683,47
Net Present Value (Valor Atual Líquido) 2																						
Atualização de fluxos anuais a Tx para VAL 2	-5.400,00	542,76	535,13	527,49	519,85	512,22	507,55	502,72	497,76	492,69	487,51	484,78	481,83	478,70	475,39	471,92	468,44	464,94	461,44	457,94	454,44	450,94
Somatório de fluxos - VAL 2 - Pay back atualizado Taxa 2	-5.400,00	-4.857,24	-4.322,12	-3.794,63	-3.274,78	-2.762,56	-2.255,01	-1.752,28	-1.254,52	-761,83	-274,32	210,45	692,29	1.170,99	1.646,38	2.118,31	2.576,75	3.022,09	3.454,71	3.874,97	4.283,22	4.683,47

TIR 1 - DEMONSTRAÇÃO																					
Atualização de fluxos anuais a Tx para VAL 2	-5.400,00	508,82	470,30	434,60	401,52	370,90	344,53	319,92	296,96	275,55	255,60	238,28	222,02	206,79	192,52	179,16	163,16	148,59	135,32	123,23	112,23
Somatório de fluxos - VAL 2	-5.400,00	-4.891,18	-4.420,88	-3.986,28	-3.594,76	-3.213,86	-2.869,33	-2.549,41	-2.252,46	-1.976,91	-1.721,31	-1.483,03	-1.261,00	-1.054,21	-861,70	-682,53	-519,37	-370,78	-235,46	-112,23	0,00
TIR 2 - DEMONSTRAÇÃO																					
Atualização de fluxos anuais a Tx para VAL 2	-5.400,00	519,02	489,34	461,26	434,70	409,58	388,10	367,59	348,05	329,43	311,71	296,41	281,72	267,65	254,17	241,28					
Somatório de fluxos - VAL 2	-5.400,00	-4.880,98	-4.391,64	-3.930,39	-3.495,69	-3.086,11	-2.698,01	-2.330,42	-1.982,37	-1.652,94	-1.341,23	-1.044,82	-763,10	-495,45	-241,28	0,00					
TIR 3 - DEMONSTRAÇÃO																					
Atualização de fluxos anuais a Tx para VAL 2	-5.400,00	547,98	545,48	542,87	540,16	537,36	537,58	537,59	537,41	537,05	536,52	535,99	535,46	534,93	534,40	533,87	533,34	532,81	532,28	531,75	531,22
Somatório de fluxos - VAL 2	-5.400,00	-4.852,02	-4.306,54	-3.763,67	-3.223,31	-2.686,16	-2.148,58	-1.610,99	-1.079,58	-536,52	0,00										

Pressupostos para financiamento

Período	0	1	2
Invest. Cost	5.400		
% de Financ.	70%		
Parte Financ.	3.780		
Início	1		
Período ret.	15		
Taxa de Juro	4.50%		
Pagt. fixo	369.76		

Plano de Pagamento de Financiamento

PERÍODOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Financiamento	3.780,00																				
Início	3.780,00	3.780,00	3.580,34	3.371,69	3.153,66	2.925,81	2.687,71	2.438,90	2.178,89	1.907,18	1.623,24	1.326,53	1.016,46	692,44	353,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Juros		170,10	161,12	151,73	141,91	131,66	120,95	109,75	98,05	85,82	73,05	59,69	45,74	31,16	15,92	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pagt. Fixo		-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76	-369,76
Fin	3.780,00	3.580,34	3.371,69	3.153,66	2.925,81	2.687,71	2.438,90	2.178,89	1.907,18	1.623,24	1.326,53	1.016,46	692,44	353,84	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



[illegible]

		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Investimento / Substituição																						
Proposta Nova	Inputs	29.151	29.150,99																			
Proposta Base	Inputs	19.889	19.888,61																			
	Diferença		-9.762,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo Energia																						
Proposta Nova	Input	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Proposta Base	Input	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diferença		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Manutenção/Materiais																						
Proposta nova	Input	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Proposta Base	Input	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diferença		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo Água																						
Proposta Nova	inputs anuais	14.951	15.175,66	15.403,30	15.634,35	15.868,86	16.106,89	16.429,03	16.757,61	17.092,77	17.434,62	17.783,31	18.227,90	18.683,59	19.150,68	19.629,45	20.120,19	20.522,59	20.933,04	21.351,70	21.778,74	22.214,31
Proposta Base	inputs anuais	25.848	26.225,93	26.629,47	27.028,91	27.434,35	27.845,86	28.402,78	28.970,83	29.550,25	30.141,26	30.744,08	31.512,68	32.300,50	33.108,01	33.935,71	34.784,11	35.479,79	36.189,38	36.913,17	37.651,43	38.404,46
	Diferença		11.060,27	11.226,17	11.394,57	11.565,48	11.738,97	11.973,75	12.213,22	12.457,49	12.706,64	12.960,77	13.284,79	13.616,91	13.957,33	14.306,26	14.663,92	14.957,20	15.256,34	15.561,47	15.872,70	16.190,15
Encargos Financeiros																						
Estados financeiros	Inputs anuais		307,51	291,27	274,30	256,56	238,02	218,05	198,41	177,26	155,16	132,06	107,92	82,69	56,33	28,79	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Cash Flow (Fluxo de Caixa Anual) do investimento	-9,762.38	10,752.75	10,934.90	11,308.92	11,500.94	11,755.09	12,014.81	12,280.23	12,551.48	12,828.71	13,176.87	13,534.21	13,901.00	14,277.48	14,663.92	15,056.34	15,456.34	15,872.70	16,190.15
Cash Flow Acumulado (Fluxo de Caixa Acumulado) / Pay-Back simplificado	-9,762.38	990.37	11,925.28	23,045.54	34,354.47	45,855.41	57,610.50	69,625.31	81,905.54	94,457.02	107,285.73	120,462.60	133,996.82	147,897.81	162,175.29	176,839.21	191,796.41	207,053.75	222,614.22

Net Present Value (Valor Actual Líquido) 1																				
Actualización de flujos anuales a Tx para VAL 1	-9,762,38	10,240,72	9,918,28	9,606,11	9,303,88	9,011,29	8,711,83	8,538,70	8,311,74	8,090,80	7,875,72	7,704,24	7,536,36	7,372,00	7,211,10	7,053,60	6,852,06	6,656,29	6,466,11	6,281,37
Somatório de fluxos - VAL 1 - Pay back Actualizado Taxa 1	-9,762,38	478,34	10,396,62	20,002,72	29,306,60	38,317,89	47,089,72	55,628,42	63,940,16	72,030,96	79,906,68	87,610,92	95,147,28	102,519,27	109,730,37	116,783,96	123,636,03	130,292,32	136,758,43	143,039,80
Net Present Value (Valor Actual Líquido) 2																				
Actualización de flujos anuales a Tx para VAL 2	-9,762,38	10,240,72	9,918,28	9,606,11	9,303,88	9,011,29	8,711,83	8,538,70	8,311,74	8,090,80	7,875,72	7,704,24	7,536,36	7,372,00	7,211,10	7,053,60	6,852,06	6,656,29	6,466,11	6,281,37
Somatório de fluxos - VAL 2 - Pay back Actualizado Taxa 2	-9,762,38	478,34	10,396,62	20,002,72	29,306,60	38,317,89	47,089,72	55,628,42	63,940,16	72,030,96	79,906,68	87,610,92	95,147,28	102,519,27	109,730,37	116,783,96	123,636,03	130,292,32	136,758,43	143,039,80

[illegible]

Presupuestos para financiamiento		0	1	2
Periodo	Invest. Cost	9.762		
	% de Financ.	70%		
	Parte Financ.	6.834		
	Inicio	1		
	Periodo ret.	15		
	Taxa de juro	4,50%		
	Pag. fixo	668,47		

[illegible]



ENR 5 - PV		Inflação																	
		de 0 a 5	de 6 a 10	de 11-15	16 a 20														
Inflação																			
Inflação de 5 anos em 5 anos		1,50%	2,00%	2,50%	2,00%														
Inflação de 5 anos em 5 anos			0	1	2														
Energia			0	0,015	0,020														
Tr de crescimento Energia			de 6 a 10	de 11-15	16 a 20														
		0,00%	0,40%	0,30%	0,20%														
Tr de crescimento Energia			0	1	2														
Tr de crescimento Energia			1,00%	1,00%	1,00%														
Água			de 6 a 10	de 11-15	16 a 20														
		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%														
Tr crs Água - p/ 5 ANOS			0	1	2														
Tr de crescimento Água			1,00%	1,00%	1,00%														
Tr para VAL - 20		5%	184.029,24																
Tr para VAL - 15		5%	67.922,14																
Tr 1-20 Anos		0,102	10%																
Tr 2-15 Anos		0,077	8%																
TrR 3-10 Anos		0,012	1%																

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Investimento / Substituição																					
	Inputs	915.600,00																			
	Inputs	600.915,60																			
	Diferença	-314.684,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo Energia																					
	input	-39.500,00	-40.660,49	-41.435,48	-42.225,24	-43.030,06	-43.850,21	-44.906,12	-45.987,46	-47.094,84	-48.228,88	-49.390,24	-50.716,87	-52.204,43	-53.668,01	-55.174,74	-56.733,77	-57.973,96	-60.557,62	-61.892,31	-63.256,41
	input	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diferença	40.660,49	41.435,48	42.225,24	43.030,06	43.850,21	44.906,12	45.987,46	47.094,84	48.228,88	49.390,24	50.716,87	52.204,43	53.668,01	55.174,74	56.733,77	57.973,96	59.251,71	60.557,62	61.892,31	63.256,41
Manutenção/Materiais																					
	input	3.300,00	3.349,59	3.399,74	3.450,74	3.502,50	3.555,04	3.626,14	3.698,66	3.772,63	3.848,09	3.925,05	4.023,17	4.133,75	4.268,85	4.332,52	4.440,83	4.529,65	4.620,24	4.712,65	4.806,90
	input	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diferença	0,00	-3.349,59	-3.399,74	-3.450,74	-3.502,50	-3.555,04	-3.626,14	-3.698,66	-3.772,63	-3.848,09	-3.925,05	-4.023,17	-4.133,75	-4.268,85	-4.332,52	-4.440,83	-4.529,65	-4.620,24	-4.712,65	-4.806,90
Consumo Água																					
	Inputs anuais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Inputs anuais	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Diferença	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Encargos Financeiros																					
	inputs anuais	9.912,56	9.386,97	8.841,83	8.270,66	7.672,56	7.048,18	6.395,70	5.713,86	5.001,33	4.256,74	3.478,64	2.665,53	1.815,83	927,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

[illegible][illegible][illegible]

Presupuestos para financiamiento		
Periodo	0	1 2
Invest. Cost	314,684	
% de Financ.	70%	
Parte Financ.	220,279	
Inicio	1	
Periodo ret.	15	
Tasa de juro	4,50%	
Pag. fijo	21,547,77	

[illegible]



